

Tiefsee-Radiolarien

Valentin Haecker

WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNISSE

DER

DEUTSCHEN TIEFSEE-EXPEDITION

AUF DEM DAMPFER „VALDIVIA“ 1898-1899

IM AUFTRAGE DES REICHSAMTES DES INNERN

HERAUSGEGEBEN VON

CARL CHUN

PROFESSOR DER ZOOLOGIE IN LEIPZIG

LEITER DER EXPEDITION.

VIERZEHNTER BAND.

Mit 87 Tafeln, 2 Karten und 225 Abbildungen im Text.

JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER

1908

Inhalt des vierzehnten Bandes.

Tiefsee-Radiolarien.

Spezieller Teil.

Erste Lieferung.

Aulacanthidae-Concharidae.

Bearbeitet von

Valentin Haecker.

Mit Tafel I—LXII und 40 Abbildungen im Text.

Erster Teil des Manuskriptes eingegangen März 1906.

C. Chun.

August Gruber

freundschaftlich zugeeignet.

Vorwort zum speciellen Teil.

Im Herbst 1902 machte mir der Leiter der deutschen Tiefsee-Expedition, Herr Professor Chun, den Vorschlag, die Radiolarien der „Valdivia"-Ausbeute zu bearbeiten. Es war schon seit Jahren mein Wunsch gewesen, mich mit den Kern- und Fortpflanzungsverhältnissen einer Protozoengruppe genauer bekannt zu machen, und da nach früheren, an verschiedenen Radiolarien-Abteilungen gemachten Beobachtungen von R. Hertwig, Brandt, Borgert u. a. zu erwarten war, daß gerade die großen tiefenlebenden Formen günstige Untersuchungsbedingungen gewähren würden, so mußte ich es als einen besonderen Glücksfall begrüßen, daß mir das überaus reiche und mit größter Sorgfalt konservierte, in seiner Art wohl einzig dastehende Material der „Valdivia"-Ausbeute zur Verfügung gestellt wurde.

An die Ueberlassung des Materials hatte Prof. Chun den Wunsch geknüpft, daß die Arbeit unmittelbar aufgenommen und möglichst ohne Unterbrechung gefördert werden möge. Bei meiner vielseitigen dienstlichen Beanspruchung an den drei Stuttgarter Hochschulen wäre es mir nicht möglich gewesen, diesem Wunsche nachzukommen, wenn ich nicht in Fräulein Marian H. Mülberger eine vortreffliche zeichnerische Beihilfe und Mitarbeiterin gefunden hätte, welche ebenso mit künstlerischem wie mit wissenschaftlichem Interesse und mit unermüdlicher, aufopfernder Hingabe ihre Arbeit in den Dienst der Sache gestellt hat.

An eine systematische Durcharbeitung sämtlicher im Material enthaltener Radiolarienformen konnte, wenn die Arbeit in absehbarer Zeit vollendet werden sollte, nicht gedacht werden. Auch wäre es von nebensächlichem Interesse gewesen, eine möglichst große Zahl von neuen Formen nur nach dem Skelette zu beschreiben und den 4000 Arten des monumentalen „Challenger"-Reports hinzuzufügen. Vielmehr galt es vor allem, hinsichtlich der zu behandelnden Formengruppen eine angemessene Einschränkung vorzunehmen und ferner war das Hauptaugenmerk auf die Weichkörperstrukturen zu richten, um, wie Prof. Chun betonte, „die verschiedenen Entwickelungszustände, welche Haeckel als besondere Arten beschrieb, an der Hand der Struktur des Weichkörpers als zusammengehörig zu erweisen".

Die Abgrenzung des Gebietes in der zuerst genannten Richtung ergab sich aus dem Charakter der „Valdivia"-Reise als einer Tiefsee-Expedition von selber: es kamen in Betracht die eigentlich tiefenbewohnenden Formen, nämlich die Ordnung der Tripyleen oder Phäodarien (einschließlich der verhältnismäßig wenigen Oberflächenbewohner), ferner die großen skelettführenden Collodarien und von den Mikroradiolarien (Sphärellarien und Nassellarien) diejenigen, welche auf Grund der Schließnetzfänge als regelmäßige oder mehr gelegentliche Bewohner der größeren Meerestiefen zu betrachten sind.

Im Gegensatz zu dieser quantitativen Beschränkung des Stoffes stellte sich sehr bald die Notwendigkeit heraus, über das vorläufige, von Prof. CHUN gesteckte Ziel nach verschiedenen Richtungen hinauszugehen.

Schon bei der ersten Sortierung des Materials konnte ich bei einigen Tripyleen die Beobachtung machen, daß die radialen Skelettelemente nicht über den Weichkörper hinausragen, sondern im lebenden Zustand vollkommen von ihm eingeschlossen sind und mit ihren vielfach scheibenförmigen Terminalbildungen das Oberflächenhäutchen der Gallerte wie ein Zelttuch oder einen Baldachin ausgespannt halten (Taf. I, Fig. 1). In Ergänzung der allgemeinen Vorstellungen, die man sich bisher bezüglich der schützenden und stützenden Funktion des Radiolarienskelettes gemacht hatte, und im Gegensatz zu HAECKEL's Anschauung, daß die Radiär- und Endbildungen die Bedeutung von Fangapparaten haben, ergab sich aus den Beobachtungen die Auffassung, daß das Radiolarienskelett ein von mechanischen Bauprinzipien beherrschtes Gerüst darstellt, welches, ähnlich dem „mechanischen System" eines Pflanzenstengels oder den wunderbaren Strukturen der Hexactinelliden, bei möglichster Materialersparnis und Leichtigkeit in erster Linie den Forderungen der Druck-, Biegungs- und Zugfestigkeit zu genügen hat (1904, 1904 a).

Bei weiterer Verfolgung dieser Verhältnisse stellten sich alsbald engere Beziehungen zwischen der Struktur und der Beschaffenheit des äußeren Mediums heraus, in ähnlicher Weise, wie dies kurz vorher von SCHÜTT und SCHIMPER für die Peridineen des Oceans nachgewiesen worden war. Insbesondere konnten zwischen Warm- und Kaltwasserformen, zwischen Oberflächen- und Tiefenbewohnern strukturelle Unterschiede von allgemeinerer Giltigkeit nachgewiesen werden und in nahem Zusammenhang damit waren andere Probleme ökologischer und tiergeographischer Art, die Bipolarität vieler Formen, die Tiefengliederung des Oceans in „Radiolarien-Horizonte", sowie die Vertikalrassenbildung und Vertikalwanderung zu berühren (1904 a, 1905, 1906).

Die Feststellung der Skelettbildungen als komplizierter Anpassungsstrukturen drängte ferner zu neuen Versuchen, die Entwickelungsgeschichte des Radiolarienskelettes aufzuklären. Bei der bekannten Sprödigkeit, welche unser Objekt infolge des raschen Verlaufes der Skelettbildungsvorgänge in entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht zeigt, war eine vollkommene Klarlegung aller einschlägigen Prozesse nicht zu erreichen. Indessen konnte doch so viel erwiesen werden, daß weder HAECKEL's Grundformenlehre und Biokrystallisationstheorie, noch DREYER's mechanische Gerüstbildungshypothese ganz auf dem richtigen Wege waren, daß vielmehr die Entstehung speciell des Tripyleenskelettes auf einem komplizierten Zusammenwirken von mehreren physiologischen Vorgängen (Sekretions-, Wachstums-, Sprossungs- und Umschmelzungsprozessen) beruht (1905 a, 1906, 1906 a). Ein besonders wertvolles Material haben bei diesen Untersuchungen die zahlreich vorkommenden Abnormitäten und Monstrositäten geliefert (Taf. XL, XLIV, XLV u. a.).

Vielfach, z. B. bei den hochspecialisierten Skeletten der Cölodendriden und Cölographiden (Taf. LXIII), waren freilich nur spärliche Anhaltspunkte für die ontogenetische Untersuchung zu gewinnen. Hier mußte ich mich mit dem Versuche begnügen, die stammesgeschichtliche Entwickelung des Skelettes verständlich zu machen (1907).

Schwieriger vielleicht als die Behandlung aller dieser Fragen gestaltete sich der Weg zum ursprünglichen Arbeitsziel, zur Untersuchung der Weichkörperstrukturen, insbesondere

der Kern- und Fortpflanzungsverhältnisse. Dank der Sorgfalt, mit der an Bord der „Valdivia" die Konservierung des Materials vorgenommen worden war, fanden sich namentlich im Chromosmiumessigsäure- und Sublimatmaterial zahlreiche vorzüglich fixierte Objekte vor, aber es liegt in der Natur der Sache, daß die „Valdivia"-Ausbeute keine so vollständigen Reihen liefern konnte, wie sie bei Benutzung von lebendem und von einzelfixiertem Material zur Verfügung stehen und beispielsweise A. BORGERT bei seinen schönen Untersuchungen über die Entwickelung von *Aulacantha* vorgelegen haben. Immerhin gelang es aber wenigstens bei einer der großen Collodarienformen, bei *Oroscena regalis*, eine Entwickelungsreihe aufzustellen und einiges Licht auf die Struktur der Geschlechtskerne und der vielgenannten „Chromidien" zu werfen (1907 b), und auch sonst waren manche Einzelheiten von größerem Interesse zu ermitteln, so die weite Verbreitung des „dicystinen" (zweikapseligen) Zustandes bei Aulacanthiden und Tuscaroren, der Kernteilungsprozeß bei *Castanidium* (Taf. XLI) und manches andere.

Was endlich die Auffindung neuer Formen und überhaupt die systematische Seite der Untersuchung anbelangt, so dürften die kolonienbildenden Tuscaroren (Taf. XXIX) und die neue Tripyleengruppe der Astracanthiden (Taf. LXXII) zu den schönsten Radiolarienfunden der „Valdivia" gehören. Auch die riesenhaften Formen, welche O. SCHRÖDER (1906) nach einigen von der Südpol-Expedition gefischten Exemplaren unter der Gattungsbezeichnung *Cytocladus* beschrieben hat (vergl. Taf. LXXV), waren schon vorher von den Zoologen der „Valdivia" beachtet und gezeichnet worden, und an der Hand eines reichlichen Materials konnte ich nachträglich ihre Zugehörigkeit zu den Collodarien feststellen, also zu derselben Gruppe, zu welcher auch die von HAECKEL als Tripyleen betrachteten Orosphäriden zu rechnen sind (1906 c). Auch im Tripyleensystem waren mannigfache Aenderungen gegenüber der HAECKEL'schen Einteilung vorrzunehmen, indessen fand ich auch hier auf Schritt und Tritt Veranlassung, der systematischen Arbeit meiner Vorgänger und insbesondere ERNST HAECKELS organisatorischem Riesenwerke meine Bewunderung zu zollen.

Alles in allem sind, wie ich wohl aussprechen darf, nicht wenige der Erwartungen, welche ich bei Uebernahme der Arbeit hegte, in Erfüllung gegangen, und wenn RAUBER[1]) von den Radiolarien und insbesondere ihren Skelettstrukturen sagt, daß hier noch viele verborgene Schätze ruhen, welche des Lichtes des Tages harren, so darf ich wohl hinzufügen, daß für mich die Hebung einiger dieser Schätze eine unausgesetzte Quelle der Anregung, Belehrung und ästhetischen Befriedigung gewesen ist.

Einige spezielle Punkte mögen hier noch Erwähnung finden.

Anfang 1904 hatte ich mich mit der Anfrage an Herrn Kollegen VANHÖFFEN gewandt, ob er mir das Tripyleen-Material der deutschen Südpol-Expedition zur Verfügung stellen wolle. Da ich erst seit einem starken Jahre mit dem Material der „Valdivia" beschäftigt war, so schien es mir im Interesse der Sache und insbesondere eines ruhigen Fortganges der Arbeit zu liegen, daß das Material der beiden Expeditionen in eine und dieselbe Hand gelangte. Herr Kollege VANHÖFFEN hatte denn auch die Liebenswürdigkeit, mir das Südpolmaterial, soweit es bereits ausgesucht war, ungesäumt zuzustellen, und ich glaubte allen Interessen am besten dienen zu können, wenn ich sowohl in den vorläufigen Veröffentlichungen, als auch in der definitiven

1) Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 5. Aufl., Bd. I, S. 301.

Bearbeitung des „Valdivia"-Materials gleichzeitig auch die der Südpol-Expedition entnommenen Daten verwertete, um dann nach Abschluß des Tiefsee-Werkes die Befunde der Südpol-Expedition nochmals besonders zusammenzustellen. Infolgedessen wurden sowohl in meinen ersten Mitteilungen (1904, 1904 a), als auch in den zunächst fertiggestellten Tafeln des „Valdivia"-Werkes Beobachtungen bezw. Zeichnungen, welche der „Gauß"-Ausbeute entstammten, aufgenommen. Als sich dann aber aus einer späteren Korrespondenz mit Herrn Kollegen Vanhöffen ergab, daß diese Behandlung des Gegenstandes nicht ganz den Intentionen der Leitung der Südpol-Expediton entsprach, und ich es im weiteren Verlauf der Verhandlungen als zweckmäßig betrachten mußte, wenn ich meinerseits auf die Bearbeitung des Südpol-Materials verzichtete, war die Aufnahme verschiedener Zeichnungen in die Tafeln des „Valdivia"-Werkes bereits eine vollzogene Sache und nicht mehr rückgängig zu machen. So finden sich denn auf den ersten Tafeln der vorliegenden Arbeit Abbildungen von verschiedenen Formen, welche von beiden Expeditionen heimgebracht worden waren, deren Wiedergabe aber aus technischen, größtenteils aber aus rein zufälligen Gründen nicht auf einem Tiefsee-, sondern auf einem Südpol-Präparate beruhte. Zweitens habe ich der Vollständigkeit halber einige schon von Haeckel und Borgert beschriebenen und größtenteils abgebildeten Formen, die sich nur im „Gauß"-, nicht aber im „Valdivia"-Material vorfanden, nach Südpol-Präparaten nochmals wiedergegeben, und drittens sind auch vereinzelte neue, ausschließlich im „Gauß"-Material enthaltene Formen in die Tafeln aufgenommen worden, nachdem sie bereits in den ersten vorläufigen Mitteilungen beschrieben worden waren.

Die Abbildungen der ersten Gruppe besonders aufzuzählen, dürfte keinen Zweck haben. Der zukünftige Bearbeiter des Südpol-Materials wird die entsprechenden Hinweise in der Tafelerklärung finden.

Die Abbildungen der zweiten Kategorie sind diejenigen von *Aulosphaera elegantissima* Haeckel (Taf. XII, Fig. 123 und 124; frühere Abbildungen bei Haeckel und R. Hertwig), *Auloscena pyramidatis* Haeckel (Taf. XIII, Fig. 133), *Aulastrum spinosum* Borgert (Taf. XIV, Fig. 139—140; schon von Borgert abgebildet) und *Sogoscena castra* Haeckel (Taf. XV, Fig. 147; Abbildungen bei Haeckel und Borgert).

Ausschließliches Eigentum der Südpol-Expedition sind: eine besonders interessante Abnormität von *Aulospathis triodon* (Taf. VII, Fig. 81 und 82, S. 82), die stachellose Abnormität von *Cannosphaera* (Taf. XIV, Fig. 143) und die neue Art *Sagenoarium antarcticum* (Taf. XIX, Fig. 168). Auch die Spannhaut zwischen den Oralstacheln der Tuscaroriden war bei einem „Gauß-Exemplar" (Taf. XXVI, Fig. 199—200) besonders schön erhalten.

Der unter der Bezeichnung von *Aulodendron heteracanthum* beschriebene einzelne Stachel des „Gauß"-Materials (Taf. X, Fig. 92, S. 90) wurde auf Grund von späteren, der „Valdivia"-Ausbeute entstammenden Funden als Bruchstück eines *Astracantha*-Skelettes erkannt.

Bezüglich der Farbengebung auf den Tafeln ist folgendes zu bemerken. Bei der Herstellung der ersten Tafeln lagen uns noch nicht die an Bord der „Valdivia" von R. Woltereck nach dem frischen Material angefertigten Farbenskizzen vor, und wir haben uns daher bei den Ganzfiguren (Taf. I, Fig. 1, Taf. II—IV) im wesentlichen an die Fig. 1 auf Taf. CII des „Challenger"-Reports gehalten, welche ein bei Ceylon lebend beobachtetes Exemplar von *Auloceros elegans*, und zwar das Phäodium in lebhaft grünem, die Centralkapsel und den Kern in rosafarbigem Tone, wiedergiebt. Statt des letzteren wählten wir eine auf unseren Präparaten häufig angetroffene rötlich-braune Farbe. Eine nachträglich erhaltene Farbenskizze, welche Woltereck an Bord der „Valdivia" nach einem in T.-St. 44 (Guineastrom) gefischten Exemplare von *Auloceros* angefertigt hatte, belehrte uns später, daß es richtiger gewesen wäre, wenigstens bei den atlantischen

Aulacanthiden das Phäodium dunkel-grünbrau, die Centralkapsel und den Kern hellgelbbraun wiederzugeben. Damit soll keineswegs in Abrede gestellt werden, daß die Centralkapsel und der Kern bei einigen Formen einen rosafarbigen Ton besitzen können, zumal bei anderen Radiolarien, insbesondere bei Nassellarien, Formen mit rosafarbiger bis leuchtendkarminroter Centralkapsel keine Seltenheit sind.

Bei der Wiedergabe der Tuscaroren (Taf. XXII ff.) haben wir, in Anlehnung an eine Skizze Woltereck's, das im lebenden Zustand dunkel-grünbraune bis schwarzbraune Phäodium (vergl. Taf. XXIV, Fig. 187) im Interesse der Deutlichkeit der Schalenstrukturen im allgemeinen nur dunkel schattiert, während die im lebenden Zustande gelblichweiße bis gelbbraune Centralkapsel, zwecks besserer Hervorhebung, eine rosafarbene „Kunstfarbe" erhielt. Die Schalen selber stellen sich nach einer Notiz Woltereck's im durchgehenden Licht gelblichweiß, auf dunklem Grunde bläulichweiß dar, sie zeigen also ähnlich den blauen Vogelfeldern eine Färbung „trüber Medien".

Bei der Wiedergabe von *Coelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 489), sowie von *Challengeron armatum* (Taf. LI, Fig. 419—420) haben wir uns möglichst genau an die Woltereckschen Farbenskizzen gehalten, während wir für andere Formen, für welche keine Originale vorlagen (Medusettiden, Concharíden, Cölodendriden), ähnliche Töne in Verwendung brachten.

Bei den Tiefenangaben ist die im „Allgemeinen Teil" genauer begründete Einteilung des Oceans in 4 Horizonte: Collidenschicht (0—50 m), Challengeridenschicht (50—350 oder 400 m), Tuscarorenschicht (350 oder 400 bis 1000 oder 1500 m), Pharyngellenschicht (1000 oder 1500 bis 4000 oder 5000 m) überall in Gebrauch gekommen (vergl. auch 1906). Innerhalb der Tuscarorenschicht wurden eine Pandorastufe (400 bis 1000 m) und eine *Aulospathis*-Stufe (1000—1500 m) unterschieden. Die ersten 3 Schichten decken sich annähernd mit den von Lobianco (1903) für das Mittelmeer aufgestellten „Zonen" des Phaoplanktons (Lichtzone), Knephoplanktons (Schattenzone) und Skotoplanktons (Dunkelzone). Für die Pharyngellenschicht habe ich die Bezeichnung: Nachtzone oder Zone des Nyktoplanktons in Vorschlag gebracht (1906). Formen, welche in mehreren oder allen Schichten normalerweise vorkommen, sollen in Anlehnung an Lobianco als pamplanktonisch bezeichnet werden.

Bei der Feststellung der Zugehörigkeit der einzelnen Gruppen zu den verschiedenen Zonen war ich fast ausschließlich auf die den Plankton- und Schließnetzfängen der „Valdivia" entnommenen Daten, sowie auf mehr vereinzelte Angaben von Borgert, Fowler, Jörgensen und Lobianco angewiesen. Dagegen waren leider die Tiefenangaben im „Challenger"-Report nur zum Teil zu verwenden. Auf meine Anfrage hin hatte Herr Professor Haeckel die Freundlichkeit die Auskunft zu geben, daß er die im „Challenger"-Report angegebenen Tiefenverhältnisse („surface" und „various depths") nicht durchgehend für sicher halte. „Die große Mehrzahl der Phäodarien halte ich für Tiefsee-Bewohner; manche sind offenbar gelegentlich in Surface-Plankton hineingeraten. Die Methoden des „Challenger" für Planktonfang (vor 30 Jahren!) waren noch sehr unvollkommen, Schließnetze schon unbekannt. Manche Tiefenangaben (unter vielen tausend Präparaten!) waren wohl verwechselt."

Auch die Angaben von Borgert über die Tripyleen aus den Schließnetzfängen der Plankton-Expedition (1903) waren bedauerlicherweise nicht durchweg verwertbar, da bei den

einzelnen Formen nicht angegeben ist, ob bloß Skelette und Skelettteile oder auch der Weichkörper erhalten war.

Am Schlusse dieses Vorwortes sei es mir noch gestattet, Herrn Professor CHUN meinen herzlichen Dank auszusprechen für das große Entgegenkommen, welches er jederzeit gegenüber meinen zahlreichen Anfragen und Wünschen gezeigt, und insbesondere dafür, daß er mir in liberalster Weise die Mittel des Expeditionsfonds zur Verfügung gestellt hat. Auch seinem Mitarbeiter, Herrn Kollegen WOLTERECK, bin ich für manche Auskunft und Beihilfe zu Dank verpflichtet, vor allem aber auch dem Herrn Verleger, der bei der Herstellung der Tafeln und bei der Drucklegung alle meine Wünsche in weitgehendem Maße berücksichtigt und sich zu großen Opfern bereit gefunden hat. Wie viel ich der unermüdlichen und gewissenhaften Beihilfe meiner Mitarbeiterin, Fräulein MARIAN H. MÜLBERGER, verdanke, habe ich schon im Eingang erwähnt. Auch ihr möge an dieser Stelle nochmals mein Dank ausgesprochen werden.

Im Frühjahr 1905 hatte ich Gelegenheit, an der zoologischen Station in Neapel lebendes Material zu untersuchen. Ich bin der Leitung der Station zu großem Danke verpflichtet für das Entgegenkommen, welches sie mir auch während dieses Aufenthaltes erwies, und ebenso Herrn Kollegen RHUMBLER, der ebenda im Jahre vorher für mich eine kleine Nachuntersuchung angestellt hat und dem zu diesem Zwecke der Stationsdampfer in liberalster Weise zur Verfügung gestellt wurde. Endlich hatten auch die Herren Kollegen NORDGAARD und JÖRGENSEN in Bergen die große Freundlichkeit, mir zum Vergleiche Challengeriden-Material zuzusenden. Auch ihnen sei hier nochmals mein Dank abgestattet.

Stuttgart, Dezember 1907.

Allgemein giltige Abkürzungen und Zeichen.

T.-St. Station der Deutschen Tiefsee-Expedition.
Ch.-St. „Challenger"-Station.
Schl.-N. oder S. Schließnetzfang.
V. Vertikalnetzfang.
P. Planktonfang.
○ leere Schalen.
● Individuen mit Centralkapsel und Weichkörper, vereinzelt (1—3 Exemplare).
●● „ „ „ „ „ „ mehrere (4—10) Exemplare.
●●● „ „ „ „ „ „ zahlreiche Exemplare.
Tb. Notiz aus dem an Bord der „Valdivia" geführten Tagebuch.

I. Die Radiolarien-Ordnung der Tripyleen (Phäodarien).

Die Tripyleen oder Phäodarien sind verhältnismäßig große (vielfach einen Durchmesser von 0,5–0,8 cm erreichende), vorwiegend tiefenbewohnende (knepho-, skoto- und nyktoplanktonische) Radiolarien, deren Centralkapsel in der Regel mit drei Oeffnungen, einer Hauptöffnung (Astropyle) und zwei Nebenöffnungen (Parapylen), versehen und an der Astropylenseite meist von einem Phäodium umhüllt ist, d. h. einer dichten Masse von verschieden großen und verschieden stark färbbaren, vielfach pigmentierten Sekrettropfen, in welchen in der Regel Nahrungskörper (Diatomeen, Algensporen) eingeschlossen sind. Der Kern ist verhältnismäßig sehr groß, teilt sich bei der gewöhnlichen Vermehrung nach einem modifizierten mitotischen Typus und entwickelt dabei sehr zahlreiche (bis gegen 1600) fadenförmige Chromosomen. Das Skelett zeigt sehr mannigfaltige (für jede der 12 Familien eigentümliche) Anpassungsstrukturen, welche teleologisch in erster Linie als stützende Gerüste für den Weichkörper und speciell für die extrakalymmale Sarkodehaut aufzufassen sind, in zweiter Linie der Erhöhung des Schwebvermögens und der Erleichterung der Vertikalbewegung dienen, und welche entwickelungsgeschichtlich auf ein kompliziertes Zusammenwirken sehr verschiedenartiger formbildender Faktoren (Abscheidungs-, Verkieselungs-, Quellungs- und Sprossungsvorgänge) zurückzuführen sind.

Je nach der Rangstufe, welche man der Gesamtheit der Radiolarien innerhalb des Tierkreises der Protozoen zuweist, wird die Gruppe der Tripyleen oder Phäodarien bald als Legion oder Unterklasse (Haeckel, 1887), bald als Ordnung (Bütschli, 1880—82, Lang 1901), bald als Unterordnung (R. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie) bezeichnet.

Ich möchte, indem ich den Radiolarien den Rang einer Klasse oder mindestens Unterklasse einräume, im Anschluß an Bütschli und Lang bis auf weiteres die Tripyleen als eine

Ordnung und demgemäß die größeren, über den Familien stehenden Unterabteilungen (Phaeocystina, Phaeosphaeria etc.) als Unterordnungen behandeln. Eine endgültige Entscheidung in dieser Richtung wird erst möglich sein, wenn einmal das gesamte provisorische Radiolariensystem Haeckel's einer vollständigen Revision unterzogen werden kann.

Was die Benennung unserer Gruppe anbelangt, so möchte ich der von R. Hertwig (1879) vorgeschlagenen Bezeichnung: „Tripylea" den Vorzug geben gegenüber dem Haeckel'schen Namen: „Phaeodaria" (Sitzungsber. d. Jenaischen Ges. f. Med. u. Nat., Sitzung vom 12. Dez. 1879). Abgesehen von der Priorität, welche der Hertwig'schen Bezeichnung zukommt, nimmt dieselbe auf ein Merkmal Bezug, welches, wie auch durch die vorliegenden Untersuchungen bestätigt werden kann, nahezu allen Familien dieser Gruppe zukommt. So konnte z. B. an dem Material der „Valdivia" auch für die Castanelliden, Circoporiden und Tuscaroriden die typische Dreizahl der Oeffnungen der Centralkapsel nachgewiesen werden, also für solche Abteilungen bei welchen die Parapylen nach Haeckel teils fehlen, teils eine wechselnde Zahl aufweisen sollen. Freilich kommen innerhalb unserer Ordnung einzelne Ausnahmen vor: so habe auch ich bei den Phäodiniden keine Parapylen nachweisen können; ferner besitzt die Centralkapsel von *Challengeria Naresi* regelmäßig zwei Astropylen und zwei Parapylen, also im ganzen 4 Oeffnungen, und endlich finden sich nach den Untersuchungen von Fowler und Borgert innerhalb des Formenkreises der Medusettiden eine Reihe von besonderen Modifikationen vor. Indessen muß gesagt werden, daß die Phäodiniden höchst wahrscheinlich skelettlose Jugendformen von Aulacanthiden darstellen, daß ferner die Verhältnisse bei *Challengeria* sich sehr leicht auf den tripyleen Typus zurückführen lassen und daß es sich bei den von Fowler und Borgert untersuchten Arten um hochspecialisierte Formen handelt, welche ihre Wurzel sicher in den einfacher gebauten Medusettiden und Challengeriden haben. So läßt sich denn in der That zeigen, daß die Dreizahl der Centralkapselöffnungen einen der konstantesten und auffälligsten Charaktere bildet, welche unsere Ordnung aufweist, und daß derselbe hinsichtlich der Regelmäßigkeit seines Auftretens mindestens nicht zurücksteht hinter dem von Haeckel in den Vordergrund gestellten Merkmale. Es ist hier daran zu erinnern, daß das Phäodium als eine kompakte, den Astropylenteil der Centralkapsel umschließende Masse von Phäodellen keineswegs sämtlichen Familien zukommt, daß vielmehr zahlreiche Cölodendriden eine im ganzen Weichkörper zerstreute Anordnung der Phäodellen aufweisen.

Es sei hier kurz noch auf einen die Charakteristik der Tripyleen betreffenden Punkt hingewiesen. Im Anschluß an die Beschreibung, welche R. Hertwig von der Centralkapsel der Aulacanthen und Aulosphären gegeben hat, pflegt als eines der wichtigsten Merkmale der Tripyleen die doppelte Kapselmembran angegeben zu werden. Sogar in einer so kurz gefaßten Charakteristik, wie sie Lang in seinem Lehrbuch (1901) giebt, figuriert die doppelte Kapselmembran an erster Stelle. Es ist nun allerdings zuzugeben, daß sich die innere sehr dünne Hülle, die Endocapsa, speciell bei den Aulacanthiden mühelos auf jedem Schnittpräparat nachweisen läßt, aber andererseits möchte ich betonen, daß ich bei den Centralkapseln zahlreicher anderer Formen, welche ich auf Schnitten zu untersuchen Gelegenheit hatte, entweder die Endocapsa überhaupt nicht mit Sicherheit feststellen konnte, oder daß ich (z. B. bei den Challengeriden) in verschiedenen Entwickelungsphasen der Centralkapsel eine verschiedene Beschaffenheit ihrer

Umhüllung fand. Ich glaube also nicht, daß der doppelten Kapselmembran eine so hervorragende systematische Bedeutung zukommt, daß sie neben der Dreizahl der Kapselöffnungen und der Ausbildung des Phäodiums als allgemeines Attribut des Tripyleenkörpers genannt werden darf.

Was die Systematik der Tripyleen anbelangt, so weiche ich in verschiedenen Punkten von HAECKEL ab. HAECKEL unterscheidet 4 Ordnungen und 15 Familien, welche in folgender Reihenfolge angeordnet sind:

1. Ordnung: Phaeocystina.
   1. Familie: Pheaodinida.
   2. „ Cannorrhaphida.
   3. „ Aulacanthida.

2. Ordnung: Phaeosphaeria.
   4. Familie: Orosphaerida.
   5. „ Sagosphaerida.
   6. „ Aulosphaerida.
   7. „ Cannosphaerida.

3. Ordnung: Phaeogromia.
   8. Familie: Challengerida.
   9. „ Medusettida.
   10. „ Castanellida.
   11. „ Circoporida.
   12. „ Tuscarorida.

4. Ordnung: Phaeoconchia.
   13. Familie: Concharida.
   14. „ Coelodendrida.
   15. „ Coelographida.

Im Laufe meiner Untersuchungen bin ich dazu geführt worden, in dem von HAECKEL aufgestellten System folgende, in der speciellen Darstellung näher zu begründende Abänderungen vorzunehmen:

Mit BORGERT möchte ich die Phäodiniden als skelettlose Jugendformen der Aulacanthiden betrachten, und ebenso möchte ich mich vorläufig der von demselben Forscher ausgesprochenen Anschauung anschließen, daß es sich auch bei den Cannorrhaphiden vorwiegend um skelettlose, vermutlich zu den Aulacanthiden gehörige Individuen handelt, deren Weichkörper sich in regelmäßiger oder mehr zufälliger Weise mit kieseligen Fremdkörpern verschiedener Herkunft bedeckt hat. Ich lasse also in dem revidierten System die beiden Familien als unsichere Gruppen bis auf weiteres beiseite und beginne mit der Familie der Aulacanthiden.

Was die Gruppe der Phäosphärien anbelangt, so sind die Orosphäriden aus dieser Unterordnung und überhaupt aus dem Verband der Tripyleen auszuschalten und den Thalasso-

sphäriden anzureihen. Ferner ist die Reihenfolge der 3 übrig bleibenden Familien, mit Rücksicht auf die relative Differenzierungshöhe der Skelette und im Hinblick auf die engen Beziehungen zwischen Sagosphäriden und Tuscaroriden, umzuändern: es empfiehlt sich, die Aulosphäriden voranzustellen und die Sagosphäriden an die dritte Stelle zu setzen.

Die Unterordnung der Phaeogromia ist zu spalten, und zwar sind die Castanelliden, Circoporiden und Tuscaroriden in einer besonderen Gruppe, welche den bereits von HAECKEL vorgeschlagenen Namen: „Phaeocalpia" führen soll, zu vereinigen und wegen ihrer zahlreichen Beziehungen zu den einzelnen Familien der Phaeosphaeria diesen letzteren unmittelbar anzureihen. Provisorisch soll dann mit den Phaeocalpia auch die neue von BORGERT aufgestellte Familie der Porospathiden vereinigt werden. In der Unterordnung der Phaeogromia s. str. verbleiben die Challengeriden und Medusettiden. Eine Teilung der letzteren Familie vorzunehmen, wie dies BORGERT vorschlägt, halte ich nicht für notwendig.

Auch die Gruppe der Phaeoconchia möchte ich wegen der außerordentlich weitgehenden Verschiedenheit der von HAECKEL hierher gerechneten Familien in 2 Unterordnungen spalten. In der Unterordnung der Phaeoconchia verbleiben nur die Conchariden, welche engere Beziehungen zu den Castanelliden und Challengeriden zeigen, während die hochspecialisierten und eine sehr isolierte Stellung einnehmenden, untereinander aber durch alle Uebergänge verbundenen Familien der Cölodendriden und Cölographiden in eine Familie (Coelodendridae) zu vereinigen sind und für dieselbe unter der Bezeichnung: „Phaeodendria" eine neue Unterordnung aufzustellen ist.

Im ganzen würden also statt der 4 von HAECKEL vorgeschlagenen Ordnungen sechs Unterordnungen aufzustellen sein. Ferner würden 4 Familien in Wegfall kommen, während eine neue (Porospathidae) hinzuzufügen ist: das Tripyleen-System würde also statt 15 nur noch zwölf Familien enthalten.

Revidiertes System der Tripyleen.

I. Unterordnung. Phaeocystina. Skelett aus zahlreichen isolierten, nicht zusammenhängenden Stücken bestehend.

1. Familie. **Aulacanthidae.** Skelett aus hohlen Radialstacheln und einem Mantel von feinen Tangentialröhren bestehend.

II. Unterordnung. Phaeosphaeria. Skelett aus einer oder 2 konzentrischen Schalen bestehend. Pylomöffnung, wenn vorhanden, auf die innere Schale beschränkt.

2. Familie. **Aulosphaeridae.** Einfache Gitterschale aus hohlen, von einem Achsenfaden durchsetzten Tangentialbalken bestehend. Keine Pylomöffnung.

3. Familie. **Cannosphaeridae.** 2 konzentrische, durch Radialbalken verbundene Schalen. Innere Schale mit Pylomöffnung.

4. Familie. **Sagosphaeridae.** Eine oder 2 konzentrische Schalen, deren Maschenwerk aus dünnen, biegsamen, soliden Balken besteht. Keine Pylomöffnung.

III. Unterordnung. Phaeocalpia. Skelett aus einer monaxonen oder polyedrischen Schale bestehend, welche eine Pylomöffnung und allseitig oder kranzförmig angeordnete Radialstacheln besitzt.

5. Familie. **Castanellidae.** Schale meist kugelig, monaxon, mit gleichmäßig verteilten, rundlichen, weiten Poren und mit meist zahlreichen, allseitig verteilten Radialstacheln.

6. Familie. **Circoporidae.** Schale kugelig oder polyedrisch, mit Porenkränzen an der Basis der Radialstacheln. Radialstacheln meist in beschränkter Zahl und geometrischer Anordnung, mit Terminalästen.

7. Familie. **Tuscaroridae.** Schale meist flaschenförmig, mit engen Porenkanälen und wenigen, langen, in 1—2 Kränzen um die Hauptachse gruppierten Radialstacheln. Radialstacheln ohne Terminaläste.

8. Familie. **Porospathidae.** Schale mit papillenartigen Erhebungen oder mit einem trigonalen Balkensystem bedeckt, mit allseitig angeordneten Radialstacheln und cylindrischem Peristom.

IV. Unterordnung. Phaeogromia. Skelett in der Regel bilateral-symmetrisch, mit Pylomöffnung und bestimmt lokalisierten Radialstacheln.

9. Familie. **Challengeridae.** Schale mit „Diatomeenstruktur". Pylomöffnung mit einseitiger Peristombildung. Radialstacheln, wenn vorhanden, nur in der Medianebene, seltener um den aboralen Pol gruppiert.

10. Familie. **Medusettidae.** Schale vielfach mit Wabenstruktur, glatt oder mit kleinen Dornen besetzt. Radialstacheln ausschließlich den Pylomrand besetzend, gekammert.

V. Unterordnung. Phaeoconchia. Schale aus 2 meist dickwandigen, von rundlichen, ampullen- oder schlitzförmigen Poren durchsetzten Klappen bestehend.

11. Familie. **Concharidae.**

VI. Unterordnung. Phaeodendria. Schale aus 2 dünnwandigen Klappen bestehend, jede mit einem konischen Helm- oder Kuppelaufsatz, von welchem divergierende, verzweigte Röhren ausgehen.

12. Familie. **Coelodendridae.**

In der beifolgenden Horizontalprojektion eines provisorischen Stammbaumes sollen die näheren und entfernteren Beziehungen der einzelnen Gruppen zu einander versinnbildlicht werden. In erster Linie soll die verhältnismäßig isolierte Stellung der Aulacanthidae (Phaeocystina),

Coelodendridae (Phaeodendria) und Concharidae (Phaeoconchia) zum Ausdruck kommen. Erstere zeigen entfernte Anklänge an die Aulosphäriden, die Cölodendriden können allenfalls mit den Aulacanthiden und Conchariden, die letzteren mit den Cölodendriden, Castanelliden und Challengeriden in einen losen Zusammenhang gebracht werden.

Einen engeren Verband bilden die beiden Unterordnungen der Phaeosphaeria und Phaeocalpia. Unter den ersteren sind die Aulosphäriden als direkter Ausgangspunkt einerseits für die Sagosphäriden, andererseits für die Cannosphäriden zu betrachten, unter den letzteren stellen die Castanelliden das Anfangsglied für eine natürliche Reihe (Castanelliden — Circoporiden — Tuscaroriden) dar. Gleichzeitig zeigen die Castanelliden entfernte Beziehungen zu den Aulosphäriden, die Circoporiden gewisse Berührungspunkte mit den Cannosphäriden und die Tuscaroriden solche mit den Sagosphäriden. Eine isolierte, im Schema durchaus provisorische Stellung nehmen die Porospathiden ein, während die Challengeriden, welche gleichzeitig den Ausgangspunkt für die zum Teil hochspecialisierten Medusettiden bilden, einerseits Anklänge an die Castanelliden, andererseits an die Conchariden zeigen:



I. Unterordnung Phaeocystina.

Die erste Unterordnung der Phäocystinen ist nach HAECKEL dadurch gekennzeichnet, daß das Skelett, wenn überhaupt ein solches vorhanden ist, aus zahlreichen isolierten, nicht zusammenhängenden Stücken besteht.

HAECKEL unterscheidet drei Familien: die Phäodiniden, Cannorrhaphiden und Aulacanthiden.

Die **Phäodiniden,** gekennzeichnet durch das gänzliche Fehlen eines Skelettes, sind im HAECKEL'schen „Challenger"-Report durch 2 Gattungen, *Phaeocola* und *Phaeodina*, mit zu-

sammen 3 Arten vertreten. Die Gattung *Phaeocolla* ist durch das Fehlen der beiden Parapylen von der Gattung *Phaeodina* unterschieden.

In der „Valdivia"-Ausbeute habe ich ein einziges Mal (T.-St. 170, Schl.-N. 1700—1000) zahlreiche Exemplare einer Form gefunden, welche, was das Fehlen eines Skelettes anbelangt, mit den Haeckel'schen Phäodiniden und, da an der Centralkapsel keine Parapylen nachgewiesen werden konnten, speciell mit seiner Gattung *Phaeocolla* übereinstimmt. Da ich aus den unten angeführten Gründen der Ansicht zuneige, daß es sich bei dieser Form um ein Entwickelungsstadium einer dicystiden, d. h. normalerweise mit 2 Centralkapseln ausgestatteten Aulacanthide handelt, so möchte ich derselben nur einen vorläufigen Namen geben und den provisorischen Charakter der Bezeichnung durch ein besonderes Schriftzeichen > —— < andeuten[1]).

> *Phaeocolla valdiviae* < nov. stad.

Taf. XLII, Fig. 302.

Die Größe des Weichkörpers ist eine wechselnde. Bei den kleinsten Exemplaren beträgt der Durchmesser 0,9, bei den größten 1,3 mm.

Die Form des Weichkörpers ist bei sämtlichen Individuen die nämliche: sie ist stark abgeflacht, ausgesprochen zweilappig und erinnert so in Flächenansicht am ehesten an ein Veilchenblatt.

Jede Hälfte beherbergt eine ellipsoidische Centralkapsel, deren Astropyle gegen den nichtgelappten Pol des Weichkörpers und meist etwas nach außen gerichtet ist. Parapylen konnte ich auf 4 nahezu lückenlosen, von verschieden großen Individuen angefertigten Schnittserien nicht auffinden. Da speciell bei den Aulacanthiden die Parapylen sich stets durch mehrere 10 μ-Schnitte durchverfolgen und sich daher auf einigermaßen vollständigen Schnittserien jederzeit anstandslos nachweisen lassen, so muß ich annehmen, daß die mir vorliegenden Phäodiniden thatsächlich keine Parapylen besitzen, so wie dies von Haeckel für seine Gattung *Phaeocolla* angegeben wird. Bei einem größeren Exemplar waren an den Stellen der Centralkapseln, welche die Parapylen einzunehmen pflegen, alveolenfreie Plasmahöfe zu erkennen, wie man sie sonst unterhalb der Parapylen findet. Es ist zu vermuten, daß bei weiterem Wachstum an diesen Stellen thatsächlich Parapylen zur Ausbildung gelangt wären.

Die Kerne zeigen eine dichtschollige Beschaffenheit ähnlich den „ruhenden" Kernen dicystider Aulacanthiden.

Von besonderem Interesse ist die Beschaffenheit des Weichkörpers und namentlich des Phäodiums, da sich hier eine stufenweise Umbildung der „Phäodellen" nachweisen läßt.

Haeckel, welcher ein lebendes Exemplar von *Phaeodina tripylea* zu beobachten Gelegenheit hatte, giebt an, daß die Gallertkugel zahlreiche rundliche Alveolen von verschiedener Größe und zwischen denselben ein Sarkodenetz enthalten habe, welch letzteres sich von der äußeren Calymmafläche in zahlreiche, strahlenförmig angeordnete, zum Teil verzweigte und anastomosierende Pseudo-

1) Wie ich dies in meiner Bearbeitung der Polychäten- und Achätenlarven der Plankton-Expedition (Kiel u. Leipzig 1898) vorgeschlagen habe.

podien fortsetzte. Die Gallertkugel habe ferner in ihrer Mitte ein körniges, schwärzlich-braunes Phäodium enthalten, welches die orale Hälfte der Centralkapsel vollkommen einhüllte und durchaus den nämlichen Charakter wie bei anderen Phäodarien zeigte. Auch von *Phaeocolla primordialis* gibt HAECKEL an, daß das extrakapsuläre Calymma eine alveolendurchsetzte Kugel bilde, deren Innenteile ein unregelmäßiges, schwärzliches Phäodium enthalten, welches die orale Hälfte der Centralkapsel umgebe und verberge.

Die mir vorliegenden Exemplare zeigen durchweg ein von der HAECKEL'schen Beschreibung abweichendes Verhalten. Vor allem ist zu bemerken, daß die größeren Bestandteile des Phäodiums, insbesondere die bekannten, unregelmäßigen Ballen und „gefalteten Membranen" nicht im Centrum des Weichkörpers, sondern vorwiegend an der Peripherie desselben gelegen sind, und zwar läßt sich hier, wie ich dies bei keiner anderen Tripyleen-Art gesehen habe, eine örtlich, nämlich vom oralen zum aboralen Pol fortschreitende Umwandlung dieser Gebilde erkennen.

In der Mitte des scheibenförmigen Weichkörpers, nämlich zwischen den oralen Hälften der beiden Centralkapseln, finden sich fast ausschließlich freie, d. h. nicht von Phäodellensubstanz umhüllte Nahrungskörper, und zwar vorwiegend Diatomeenskelette und Algensporen vor. Gegen den oralen Pol des Weichkörpers zu sieht man, zwischen den Nahrungskörpern und dieselben einschließend, kleinere, dunkel tingierbare Phäodellen auftreten, und speciell der ganze vordere Rand des Weichkörpers ist von dunkel tingierbaren, verschieden großen Phäodellen eingenommen, welche in der Regel einen oder mehrere Nahrungskörper umhüllen. An den seitlichen Rändern des Weichkörpers nehmen diese Phäodellen mehr und mehr an Größe zu und an Färbbarkeit ab, und am hinteren Rand sieht man hauptsächlich ganz große, sehr schwach tingierte, großenteils gefaltete und geschichtete Phäodellen, innerhalb deren in der Regel einzelne Diatomeenschalen nachgewiesen werden können. Dazwischen liegen die von anderen Autoren beschriebenen „gefalteten Membranen", welche aber durch alle möglichen Zwischenstufen mit den großen blassen Phäodellen verbunden und daher zweifellos als Gebilde gleicher Natur zu betrachten sind. Während also bei anderen Tripyleen, insbesondere bei den Aulacanthiden, die verschiedenen Bestandteile des Phäodiums unregelmäßig durcheinander gewürfelt erscheinen, sieht man bei *Phaeocolla valdiviae* eine bei allen Individuen wiederkehrende, regelmäßige örtliche Anordnung, welche zweifellos einer natürlichen Reihenfolge von Umwandlungen entspricht. Offenbar werden die vom Weichkörper mit Hilfe der Pseudopodien aufgenommenen Nahrungskörper zunächst in den centralen Partien des Weichkörpers angehäuft, hier von der Phäodellensubstanz umhüllt und, während die Phäodellen vom oralen Pol des Weichkörpers längs der seitlichen Ränder in die aboralen Lappen wandern, verdaut. Während des Verdauungsprozesses erfahren die Phäodellen selber, die anfänglich als dunkel tingierbare schleimartige Tropfen erscheinen, eine stufenweise Umwandlung zu großen, schwach tingierbaren Ballen, welche im konservierten Material das charakteristisch gefaltete und geschichtete Ansehen zeigen.

Was nun die eigentliche Natur der *Phaeocolla valdiviae* anbelangt, so scheinen mir verschiedene Gründe dafür zu sprechen, daß es sich um ein Jugendstadium einer dicystiden Aulacanthide handelt:

1) Die verschiedenen Größenabstufungen, welche die einzelnen Individuen in einem und demselben Schließnetzfange zeigen, weisen darauf hin, daß wir es mit einer im Wachstum und in der Entwickelung begriffenen Form zu tun haben.

2) Das Fehlen der Parapylen, bezw. das Vorhandensein von Plasmahöfen an Stelle der Parapylen, weist darauf hin, daß die Centralkapseln ebenfalls noch in der Entwickelung begriffen sind. Nun spricht aber dagegen, daß sie eben durch Teilung einer mütterlichen Centralkapsel entstanden sind, der Umstand, daß die Astropylen, im Gegensatz zu dem von Borgert (1900, S. 239, Fig. Y u. a.) für die Teilung von *Aulacantha* beschriebenen Verhalten, voneinander abgekehrt sind, und der fernere Umstand, daß, soviel der Konservierungszustand erkennen läßt, die Kerne sich stets im großscholligen Ruhezustand befinden. Man wird daher zu der Ansicht geführt, daß es sich nicht um ein Teilungsstadium handelt, sondern daß die verschiedenen vorliegenden Größenabstufungen durch allmähliches Wachstum aus einem winzigen, bereits zweikernigen Jugendstadium hervorgegangen sind.

3) Bei einzelnen Exemplaren ließen sich, namentlich auf Schnitten, an einigen Stellen der Weichkörperperipherie Andeutungen eines Nadelfilzes erkennen, welcher als erste Anlage eines Mantels von Tangentialnadeln betrachtet werden kann.

4) Die beträchtliche Tiefe, in der diese skelettlosen Formen gefischt wurden, spricht ebenfalls dafür, daß es sich um ein Jugendstadium handelt. Denn einerseits findet man bei verschiedenen anderen Tripyleen, insbesondere bei Castanelliden und Challengeriden, die früheren Entwickelungsstadien mit häutiger Skelettanlage ebenfalls in bedeutender Tiefe, andererseits sind alle diejenigen Aulacanthiden, welche im ausgebildeten Zustand die großen Tiefen, namentlich die „*Aulospathis*-Stufe“ 1) bewohnen, durch besonders derbe und massige Skelettelemente ausgezeichnet. Es wäre sehr auffallend, wenn neben ihnen Aulacanthiden-ähnliche Formen vorkommen würden, welche im ausgebildeten Zustand ganz oder nahezu skelettlos sind.

Alles in allem möchte ich also glauben, daß *Phaeocolla valdiviae* das skelettlose Jugendstadium einer derjenigen dicystiden Aulacanthiden-Arten darstellt, welche auch im ausgebildeten Zustand vielfach eine ausgesprochen zweilappige Form besitzen. Ob speciell eine der größeren *Aulographis*-Arten oder die Gattungen *Auloceros* und *Aulokleptes* in Betracht kommen, darüber läßt sich an der Hand des vorliegenden Materials keine Vermutung aussprechen.

Es sei hier nur hinzugefügt, daß schon Haeckel (1887, S. 1543) den Gedanken erwogen hat, es möchten die Phäodiniden Jugendformen von skelettbildenden Tripyleen sein, und daß auch Borgert (1901a, S. 3) die Ansicht ausspricht, „daß die von Haeckel als Phaeodinida bezeichneten skelettlosen Tripyleen augenscheinlich nur jugendliche Individuen skelettführender Arten, die noch kein eigenes Gehäuse gebildet haben, in anderen Fällen vielleicht auch Tiere sind, die dasselbe durch irgend einen Zufall eingebüßt haben“.

Die zweite Phäocystinen-Familie wird durch die **Cannorrhaphiden** gebildet. Es sind dies diejenigen Formen, deren Skelett sich aus zahlreichen isolierten, nicht radial angeordneten Stücken (hohlen Tangentialnadeln, mützenförmigen Scheiben oder gegitterten

1) Siehe die Einleitung zu den Aulacanthiden.

Ringen) besteht. Die Familie zerfällt in drei Unterfamilien, die Cannobeliden, Catinuliden und Dictyochiden.

Nach Borgert muß zunächst die Unterfamilie der Dictyochiden gestrichen werden, da nach seinen Untersuchungen (1891) die für diese Unterfamilie charakteristischen Kieselteile, insbesondere die gefensterten Ringe der Gattung *Dictyocha*, nicht Erzeugnisse des Tripyleenkörpers selbst, sondern die von außen aufgenommenen Gehäuse kleiner Flagellaten (Silicoflagellaten) sind. Ich darf hinzufügen, daß sich auch in meinem Material sehr häufig Dictyochiden-Skelette im Weichkörper und besonders im Phäodium der Aulacanthiden vorfanden. Hauptsächlich bei den Arten der Gattung *Aulokleptes*, welche ja in Bezug auf die Aufnahme fremder Kieselskelette unter allen Aulacanthiden am weitesten gehen, sind eingeschlossene Dictyochiden-Skelette eine nicht seltene Erscheinung. So schließe ich mich denn auch der Ansicht Borgert's an, welcher die von Haeckel beschriebenen, mit Dictyochiden-Skeletten beladenen Formen als jugendliche skelettlose Tripyleen betrachtet, welche die betreffenden Silicoflagellaten sei es als Nahrung, sei es behufs Kieselsäuregewinnung, sei es zum Schutze aufgenommen haben.

Aehnliches, wie für die Dictyochiden, dürfte vielleicht für die Unterfamilie der Catinuliden gelten, deren Skelett nach Haeckel sich aus soliden, mützenförmigen oder hemisphärischen, nicht gefensterten Stücken zusammensetzt (1887, Taf. CXVII, Fig. 8, 8a). Da ich keine Gelegenheit gehabt hatte, Formen dieser Art zu untersuchen, so darf ich mir kein weiteres Urteil über diese Gruppe erlauben. Eine Wiederauffindung der als Catinuliden bezeichneten Formen wäre im übrigen deswegen von größtem Interesse, weil Haeckel in sämtlichen vollständigen Exemplaren 4 Centralkapseln vorfand.

Es bleibt die Unterfamilie der Cannobeliden, bei welcher das Skelett aus cylindrischen oder spindelförmigen, hohlen Tangentialnadeln besteht. Haeckel führt 2 Gattungen an, von welchen die eine, *Cannobelos*, einfache glatte, die andere, *Cannorrhaphis*, dornige oder verzweigte Tangentialnadeln besitzt.

In der „Valdivia"-Ausbeute fand ich nur ein einziges Mal (T.-St. 228, P. 100) hierher gehöriges Material. Es waren dies kleine, einen Durchmesser von 1—1,5 mm besitzende, einkapselige Formen, deren Skelett sich auf einen lockeren Mantel von feinen Tangentialnadeln beschränkte und welche im ganzen mit dem Haeckel'schen *Cannobelos cavispicula* (Messina, Oberfläche) übereinstimmten. Da ich speciell von der „Valdivia"-Station 228 neben den fraglichen Organismen sehr kleine Individuen von *Aulospathis triodon* mit nur wenigen Radialstacheln erhielt, so legte sich mir die Vermutung nahe, es möchten jene *Cannobelos*-Exemplare sehr junge Individuen von *Aulospathis* darstellen.

Formen, die zur Gattung *Cannorrhaphis* gehören, habe ich in der „Valdivia"-Ausbeute, nicht gefunden. Da 3 von den 4 im Report aufgezählten *Cannorrhaphis*-Arten dem Pacifik entstammen, so wird wohl erst bei einer weiteren Durchforschung der pacifischen Gebiete die Frage nach der Stellung der Gattung *Cannorrhaphis* endgiltig entschieden werden können.

Ich schließe damit die leider nur spärlichen Angaben ab, die ich über die Phäodiniden und Cannorrhapiden zu machen im stande bin, und wende mich zur Besprechung der Familie der **Aulacanthiden,** welche ich bis auf weiteres in Anbetracht der Unsicherheiten, die bezüglich der beiden erstgenannten Familien bestehen, als erste Tripyleenfamilie bezeichne.

1. Familie Aulacanthidae.

Die Aulacanthiden sind gegenüber allen anderen Tripyleen-Familien charakterisiert durch den Besitz von isolierten, hohlen, am distalen Ende mit verschiedenartigen Endbildungen ausgestatteten Radiärstacheln und durch einen Mantel von gleichfalls isolierten, hohlen und sehr feinen Tangentialröhren.

Die Aulacanthiden sind die am längsten und in vieler Hinsicht auch am besten bekannten Tripyleen[1]. Es soll daher, um zu große Wiederholungen zu vermeiden, im Gegensatz zu den folgenden Tripyleen-Familien, bezüglich der bekannten Thatsachen und der strittigen Fragen vielfach auf die früheren Autoren hingewiesen und es sollen nur solche Punkte ausführlicher behandelt werden, bezüglich welcher ich in der Lage war, neue Ergebnisse und Gesichtspunkte zu gewinnen.

Die Größe der verschiedenen Arten schwankt innerhalb weiter Grenzen. Während z. B. der Durchmesser des Weichkörpers der typischen, auch im Mittelmeer vorkommenden Form von *Aulacantha scolymantha* (Taf. X, Fig. 101) nur 0,5—0,8 mm beträgt, kommen z. B. Exemplare von *Aulospathis variabilis aulodendroides* mit 8 und 16 Centralkapseln vor, deren längster Durchmesser 7—8 mm erreicht (Taf. IX, Fig. 89). Im ganzen kann man bei den Aulacanthiden, ähnlich wie bei den meisten anderen Tripyleen-Familien, zwei hauptsächliche Größenklassen unterscheiden.

Zu der einen, deren bekanntester Repräsentant die oben erwähnte typische *Aulacantha scolymantha* ist, gehören Formen von 0,5—1,2 mm Durchmesser, die andere Gruppe, welche in *Aulacantha scolymantha bathybia* und *Aulographis pandora* ihre häufigsten Repräsentanten besitzt, enthält Formen, deren Weichkörper im konservierten (meist etwas geschrumpften) Zustand in der Regel einen Durchmesser von 2,5—4,5 mm besitzt.

Wenn man speciell die Verhältnisse der beiden Unterarten von *Aulacantha scolymantha* ins Auge faßt und berücksichtigt, daß die Zwergform, *Au. sc. typica*, sowohl in den oberflächlichen Schichten zwischen 50—100 m als auch in beträchtlicheren Tiefen bis herab zu 1700 m vorkommt, während die Riesenform, *Au. sc. bathybia*, ausschließlich eine Bewohnerin der tieferen, zwischen 400 und 1000 m gelegenen Schichten ist, so wird man zu der Vermutung geführt, daß bei den Aulacanthiden überhaupt die Verschiedenheit der beiden Größenklassen mit der verschiedenen Lebensweise, bezw. Vertikalverbreitung im Zusammenhang steht.

Die Gestalt des Körpers ist bei den kleineren Formen annähernd kugelig (z. B. *Aulacantha scolymantha typica*, Taf. X, Fig. 101; *Auloceros arborescens birameus*, Taf. III, Fig. 21), bei den größeren Arten ellipsoidisch oder nierenförmig (z. B. *Auloceros arborescens dichodendrum*, Taf. III, Fig. 22). Bei den *Aulokleptes*-Formen mit ungleich starken Radialstacheln ist, wenigstens beim konservierten Material, der Weichkörper entsprechend der Anordnung der Hauptstacheln polyedrisch ausgezogen (z. B. *Aulokleptes ramosus angulatus*, Taf. IV, Fig. 37).

Das Skelett setzt sich zusammen aus den hohlen Radialstacheln und zahlreichen feinen, gleichfalls hohlen Nadeln.

1) Historisches siehe bei Haeckel, 1887, S. 1570, und Immermann, 1904, S. 5.

Letztere sind zum großen Teil in der äußeren Schicht des Weichkörpers in tangentialer Anordnung gelagert und bilden darin als Tangentialnadeln ein dichtes Geflecht, welches einen den ganzen Weichkörper gleichmäßig umgebenden Tangentialmantel darstellt. Derselbe zeigt bei den einzelnen Arten und Individuen eine verschiedene Dichtigkeit (vergl. IMMERMANN, 1904, S. 16), doch werden Unterschiede in der Dichtigkeit zum Teil auch dadurch vorgetäuscht, daß die Tangentialnadeln am konservierten Material bald größtenteils, bald nur vereinzelt mit Gas gefüllt sind[1]). In ersterem Falle tritt der Mantel schon bei schwächerer Vergrößerung sehr deutlich hervor, in letzterem Falle dagegen ist das feine, durchsichtige, spinnwebartige Geflecht erst bei genauerer Beobachtung zu erkennen.

Bei der Gattung *Aulokleptes* treten, wie zuerst IMMERMANN nachgewiesen hat, an Stelle der Tangentialnadeln die Gehäuse von Diatomeen, namentlich von *Rhizosolenia* und *Thalassothrix*. Wie aus Taf. IV, Fig. 37 namentlich an den in Aufsicht sich darbietenden Radialstacheln zu ersehen ist, sind diese Diatomeengehäuse im Umkreis der Radialstacheln ausgesprochen strahlenförmig gruppiert.

Bei verschiedenen Tiefenformen (vergl. *Aulographis pandora*, Taf. II, Fig. 19; *Aulospathis pinus*, Taf. VIII, Fig. 87) fand ich außer den feinen, den Tangentialmantel zusammensetzenden Nadeln zahlreiche andere, welche im Innern des Weichkörpers und zwar in radiärer Anordnung um die Schäfte der Radialstacheln herum gelagert sind und auf diese Weise futteralartige Hüllen um die letzteren bilden. Dieselben sollen als Stachelhülsen bezeichnet worden.

Die Radialstacheln sind, wie ich im Gegensatz zu HAECKEL und im Anschluß an R. HERTWIG, IMMERMANN u. a. feststellen möchte, an beiden Enden geschlossene Röhren, welche bald eine nahezu cylindrische (vergl. *Aulacantha laevissima*, Taf. X, Fig. 98), bald eine spindelförmige (vergl. *Aulospathis variabilis autodendroides*, Taf. IX, Fig. 89), bald eine keulenförmige Gestalt haben (vergl. *Aulacantha clavata*, Taf. X, Fig. 96). Sie stecken bei ausgewachsenen Individuen mit ihren inneren, mitunter bläschenförmig erweiterten Enden in dem vom Phäodium eingenommenen Teile des Weichkörpers, wo sie sich meist in verschiedener Richtung durchkreuzen (vergl. *Aulospathis pinus*, Taf. IX, Fig. 88), vielfach dringen sie auch mit ihren proximalen Enden, wie man auf Schnitten feststellen kann, in die Centralkapsel und sogar in den Kern ein. Mit ihren äußeren Enden ragen sie entweder über die Hauptmasse des Weichkörpers hervor und sind dann, wie man an der lebenden *Aulacantha scolymantha* häufig mit Hilfe von Methylenblau feststellen kann[2]), von einer feinen Plasmascheide umhüllt, oder sie sind samt ihren Apophysen von der Hauptmasse des Weichkörpers umschlossen (vergl. *Aulographonium bicorne*, Taf. I, Fig. 1).

Die Wandung der Stacheln ist von sehr verschiedener Dicke und zeigt vielfach eine aus konzentrischen Lamellen bestehende Struktur (vergl. *Aulospathis variabilis bifurca*, Taf. VII, Fig. 72). Abgesehen von den später zu besprechenden Entwickelungszuständen bemerkt man zuweilen, daß die Innenfläche der Stachelwandung mit kleinen warzenähnlichen Vorsprüngen versehen ist (vergl. Taf. VI, Fig. 64), oder daß der Außenfläche unregelmäßig gelappte Blättchen

1) HAECKEL glaubt aus der Thatsache, daß die Tengentialnadeln am getrockneten Skelette mit Luft gefüllt sind, den Schluß ziehen zu müssen, daß dieselben an beiden Enden offen sind. Diese Annahme, deren Richtigkeit im übrigen nicht direkt geprüft werden kann, scheint mir mit Rücksicht auf die bei den Radialstacheln zu besprechenden Verhältnisse nicht notwendig zu sein.

2) Vergl. HAECKER, 1905, S. 339.

aufgelagert sind (Taf. VI, Fig. 68 und 69). Der Hohlraum der Stacheln ist im lebenden Zustand mit einer durchsichtigen Flüssigkeit, wahrscheinlich einer sehr wäßrigen Gallerte, angefüllt [1]).

Auf Kanadabalsampräparaten zeigen viele Stacheln, insbesondere die vollständig intakten, eine Luftfüllung, die zweifellos darauf beruht, daß die Stachelwandung für Kanadabalsam nur schwer durchlässig, dagegen für Wasser, Alkohol und Xylol diosmotisch passierbar ist. Auf diese Weise kommt es, daß beim Einschließen der Präparate in Kanadabalsam das in die Stacheln eingedrungene Xylol durch die im Kanadabalsam gelöste Luft ersetzt wird. In ähnlicher Weise erklärt sich die Luftfüllung der Stacheln bei getrockneten Präparaten (vergl. hierzu auch die Bemerkungen über das Skelett der Aulosphäriden).

Die Aeste oder Apophysen der Radialstacheln stellen hohle oder solide Anhänge dar. In ersterem Fall bildet der Hohlraum eine Fortsetzung der Höhle des Stachelschaftes (vergl. die Figuren auf Taf. VII), in letzterem Fall ist mitunter noch ein sehr feiner Centralkanal zu erkennen, welcher ebenfalls mit dem Hohlraum des Stachels in Verbindung steht (vergl. Taf. III, Fig. 34 und 35). Das Ende der Aeste ist bei einigen Formen mehr oder weniger zugespitzt (Taf. I, Fig. 2 und 3), bei den meisten ist es dagegen mit einem gezähnelten Endstück, einer Spathille (σπάθη, Quirl) versehen. Dieselbe kann verschiedene Formen besitzen in der Regel stellt sie eine kleine Scheibe dar, deren Rand mit einer Anzahl radiär gerichteter Zähnchen versehen ist (vergl. die Figuren der Taf. VII), in anderen Fällen begegnet man dagegen einem zweilappigen Gebilde, dessen beide Lappen ihrerseits mit Endzähnchen ausgestattet sind (vergl. *Aulographis pentastyla* und deren Verwandte, Taf. I, Fig. 8—10).

Was die Anordnung der Aeste anbelangt, so hat Haeckel Terminal- und Lateraläste unterschieden. Erstere umstellen in Form eines regelmäßigen Kranzes das distale Stachelende (Taf. I, Fig. 1), letztere sind in nahezu regelmäßigen Abständen längs des äußeren Stachelabschnittes verteilt (Taf. X, Fig. 92, 99 u. a.). Wir wollen diese beiden Typen von Radialstacheln als Dolden- und Aehrenform bezeichnen. Letztere kann, indem sich die Seitenäste verzweigen, zur Rispenform hinüberführen [2]).

Die Anordnung der Stacheläste in diesen beiden extremen Fällen, sowie in den zahlreichen Uebergangsstufen ist nun, wie gezeigt werden kann, bedingt durch die wechselnde Funktion der Radialstacheln und ihrer Anhänge. In dieser Richtung ist zunächst daran zu erinnern, daß Haeckel in seinen Darstellungen, z. B. in der Abbildung von *Aulographis candelabrum* (1887, Taf. CIII, Fig. 1), die Stachelenden mit ihren Appendikularorganen nackt über die Oberfläche des Weichkörpers hervortreten läßt und dementsprechend die Auffassung vertritt, daß die außer-

1) Haeckel giebt an, daß die Radialstacheln von Sarkodensträngen durchzogen sind, welche von dem die Centralkapsel umhüllenden plasmatischen Mutterboden entspringen, durch die an den inneren Stachelenden belindlichen Oeffnungen in die Stacheln eintreten, dieselben durchlaufen und durch die äußeren Oeffnungen als freie Pseudopodien wieder austreten. Die Richtigkeit dieser Anschauung ist schon von R. Hertwig in Zweifel gezogen worden, welcher den Stachelhohlraum von einer homogenen organischen, vermutlich als Gallerte anzusprechenden Substanz erfüllt fand.

Auf meine Bitte hat im Frühjahr 1904 Herr Kollege Rhumbler in Neapel die Stacheln von *Aulacantha* nochmals auf ihren Inhalt untersucht. Rhumbler stellte aufs neue fest, daß die Stacheln im lebenden Zustand „nicht mit einer Gasart gefüllt sind, sondern irgend welche Flüssigkeit oder Gallerte, kurzum irgend eine Substanz von geringem Lichtbrechungsvermögen enthalten, welches schätzungsweise demjenigen des Plasmas einer Tradescantia-Zelle entspricht".

Im Frühjahr 1905 habe ich selbst in Neapel an der Hand eines sehr reichen *Aulacantha*-Materials diese Befunde bestätigen können und will nur hinzufügen, daß man bei Behandlung der Stacheln mit Essigkarmin in einzelnen derselben einen körnigen Niederschlag hervorrufen kann.

2) Vergl. die Radialstacheln von *Aulodendron indicum* und *pacificum*. Haeckel, 1887, Taf. CV, Fig. 1 und 2.

ordentlich mannigfaltig gestalteten „Appendikularorgane“ der Aulacanthidenstacheln Fangapparate darstellen (1887, S. 1572). Thatsächlich trifft man im konservierten Tiefsee-Material häufig Exemplare, insbesondere von *Auloceros* (Taf. III, Fig. 21—23), an, welche das von Haeckel dargestellte Verhalten der Stachelenden aufweisen, und im Hinblick auf diese Vorkommnisse ist man in der That zunächst geneigt, den verschiedenartigen Verzweigungen die Rolle von Fangapparaten zuzuschreiben. Indessen lehren zahlreiche andere Funde, daß es sich bei diesen Bildern um Kunstprodukte, hervorgerufen durch Schrumpfung des Weichkörpers, handelt und daß im natürlichen Zustand speciell die doldenförmigen Stacheln mitsamt ihren Aesten vollkommen im Weichkörper eingeschlossen sind (Taf. I, Fig. 1). An gut konservierten Exemplaren ist ferner zu erkennen, daß der Weichkörper von einer verhältnismäßig resistenten, membranartigen Hülle umgeben ist, welche sich über sämtliche Spathillen wie ein Baldachin oder Zelttuch herüberspannt [1]. Die Radialstacheln mit ihren Aesten und Spathillen haben danach eine rein mechanische Funktion, sie stellen einen Stützapparat für das die Gallerte umhüllende und zusammenhaltende Sarkodehäutchen dar. Es läßt sich auch leicht zeigen, daß die besondere Form und Anordnung der Aeste, ihre Abgangswinkel und Krümmungsverhältnisse durchaus mit mechanischen Bauprinzipien im Einklang stehen.

Eine etwas abweichende Bedeutung haben nun die ährenförmigen Stachelbildungen. Speciell bei der im Mittelmeer heimischen, allbekannten Zweigform von *Aulacantha scolymantha* erhält man thatsächlich den Anschein, als ob die äußeren, zähnchentragenden Abschnitte der Radialstacheln nackt über den Weichkörper hinausragen. Indessen fand ich an frisch gefangenen Aulacanthen sowohl bei Einwirkung von Schneider'schem Essigkarmin als auch bei Behandlung des lebenden Tieres mit Methylenblau nicht selten einzelne Stacheln von einer durchsichtigen, körnchenführenden Plasmascheide umhüllt. Man wird daraus entnehmen dürfen, daß die hervorragenden Abschnitte der Radialstacheln unter natürlichen Lebensbedingungen entweder stets von einer auch die Dornen einhüllenden Plasmaschicht bedeckt sind, oder daß sie besonders kräftigen Pseudopodien als Leitbahn dienen, wobei die dornenähnlichen Lateraläste die Adhäsion der Sarkode an den Stacheln unterstützen und ihr gewissermaßen als „Griffe“ dienen. In beiden Fällen würden also die äußeren Stachelabschnitte indirekt bei der Ernährung beteiligt sein, ohne daß man sie jedoch als eigentliche Fangapparate bezeichnen kann. Eine andere, mindestens ebenso wichtige Bedeutung besitzen sie aber insofern, als sie zweifellos als Schwebeeinrichtungen in der für andere planktonische Organismen bekannten Weise aufzufassen sind.

Alles in allem würden also die doldenförmigen Stacheln in erster Linie als Stützapparate oder Träger für das extrakalymmale Sarkodehäutchen dienen, die ährenförmigen dagegen als Stützen für das Ernährungsplasma und gleichzeitig als Schwebeeinrichtungen.

Es mag hier hinzugefügt werden, daß ebenso, wie die Dornen der *Aulacantha*-Stacheln einer verstärkten Adhäsion des Weichkörpers dienen, dasselbe auch für die sekundären Dornen gelten dürfte, welche man an den Terminalästen der doldenförmigen *Aulographonium*-Stacheln findet (Taf. V, Fig. 49; Taf. VI, Fig. 57 u. a.).

1) Vergl. V. Haecker, 1901, S. 128; 1901a, S. 588. In der Abbildung Taf. I, Fig. 1 ist dieses extrakalymmale Sarkodehäutchen durch eine verhältnismäßig zu feine Linie angedeutet.

Zwischen den doldenförmigen und ährenförmigen Radialstacheln giebt es alle möglichen Uebergänge. Eine besonders reichhaltige Mannigfaltigkeit von solchen Zwischenstufen bieten die verschiedenen Formen von *Aulospathis* dar (Taf. VII), bei welchen die lateralen Aeste bald über das ganze äußere Drittel des Stachelschaftes auseinandergezogen (Fig. 71), bald mehr oder weniger auf einen zweiten subterminalen Quirl zusammengedrängt sein können (Fig. 70, 75, 78).

Besondere Verhältnisse liegen bei denjenigen Formen vor, bei welchen die Terminaläste der Radialstacheln entweder unter rechtem Winkel abgehen und auf diese Weise eine im Verhältnis zur Weichkörperoberfläche tangentiale Anordnung zeigen (*Aulographis triangulum*, Taf. I, Fig. 13, und Taf. IX, Fig. 91; *Auloceros arborescens subelegans*, Taf. III, Fig. 23 u. a.) oder nach hinten zurückgebogen erscheinen (*Aulographis arcuata*, Taf. I, Fig. 11, und Taf. IX, Fig. 90; *Aulographis triglochin*, Taf. XLII, Fig. 303). In diesen Fällen wird, wie wenigstens einige Exemplare mit Deutlichkeit erkennen ließen (Taf. IX, Fig. 90 und 91), das extrakalymmale Sarkodehäutchen nicht bloß von den Enden der Terminaläste bezw. deren Spathillen getragen, sondern es schmiegt sich offenbar den Terminalästen in ihrer ganzen Ausdehnung an. Die Gesamtheit der Terminaläste bildet auf diese Weise ein in die äußerste Weichkörperschicht eingelagertes und deren Relief bestimmendes netzartiges Gerüstwerk, welches funktionell wohl mit der Gitterschale der Aulosphäriden und Sagosphäriden verglichen werden kann.

Eine Eigentümlichkeit in anderer Richtung bieten die Radialstacheln von *Aulocoryne Zetesios* (Taf. V, Fig. 46) dar. Hier trägt das keulenförmig aufgetriebene distale Stachelende einen Büschel von 100—150 dünnen, wellenförmig verlaufenden Terminalästen, welche mit verhältnismäßig großen Spathillen enden. Die Bedeutung dieser Anordnungsverhältnisse sehe ich darin, daß durch dieselben ein polsterartiges Gerüstwerk von außerordentlicher Elasticität gebildet wird.

Eine besondere Stellung nehmen schließlich die Gattungen *Aulokleptes* und *Aulodendron* ein. Immermann hat zuerst (1903, 1904) gezeigt, daß bei den Formen der Gattung *Aulokleptes* ganz allgemein Diatomeengehäuse, und zwar insbesondere die Schalen von *Rhizosolenia*, als Unterlage für die Skelettbildung benutzt werden (vergl. Taf. IV, Fig. 40 u. a.). Ich selbst konnte diese Befunde durchweg bestätigen und hinzufügen, daß bei *Aulokleptes* auch Skeletteile von anderen Aulacanthiden, z. B. die Radialstacheln von *Aulacantha* (Taf. VI, Fig. 44) und *Aulographonium* (Taf. IV, Fig. 45), Verwendung finden, und ferner daß auch von *Aulodendron antarcticum* (Taf. X, Fig. 94 und 95) und *verticillatum* (Taf. XLIII, Fig. 319) Diatomeengehäuse als Fremdkörperunterlage für die Nadelbildung benutzt werden. Endlich konnte ich zeigen (1905, S. 372), daß mehrere Aulacanthiden die Radialstacheln anderer Familienangehöriger, namentlich von *Aulacantha scolymantha*, in der Weise ihrem eigenen Skelette einverleiben, daß sie dieselben in radiäre Stellung bringen, so daß sie genau die nämliche Anordnung und zweifellos auch die nämliche Funktion, wie die eigenen Stacheln, erhalten. „Insbesondere sind es zwei Arten, welche sich in dieser Weise mit fremden Federn schmücken, nämlich *Aulographis pandora* und *Auloceros arborescens*. So enthielten die in wärmeren Gebieten des Atlantik und Indik gefischten Exemplare von *Aulographis pandora* zu einem großen Teil Nadeln von *Aulacantha scolymantha*, und zwar manchmal gleichzeitig bis zu 4 oder 6, und in noch höherem Maße belud sich *Auloceros arborescens* mit derartigen Beutestücken. Etwa ein Viertel aller mir vorliegenden Exemplare dieser Art hatte sich Fremdkörper einverleibt, und zwar verhältnismäßig selten die großen, schreibfederähnlichen *Rhizo-*

solenia-Gehäuse, welche bei den örtlich benachbarten *Aulokleptes*-Formen die gewöhnliche Grundlage bilden. In der Regel waren es die Radialstacheln der verschiedensten Aulacanthiden, nämlich von *Aulacantha scolymantha typica* und *bathybia*, *Aulacantha spinosa* (Taf. X, Fig. 99), *Aulacantha clavata* (Taf. X, Fig. 96), *Aulacantha cannulata* (Taf. XLII, Fig. 304), *Aulographis pandora* (Taf. I, Fig. 2), *Aulokleptes flosculus pistillum* (Taf. IV, Fig. 42) und *Aulokleptes ramosus* (Taf. IV, Fig. 36)" (1905, S. 372).

Immermann hat die Ansicht ausgesprochen, daß die Gattung *Aulokleptes* in Bezug auf die Skelettbildung das ursprünglichste Verhältnis unter den Aulacanthiden zeige, daß sich also die Stachelbildung der Aulacanthiden ursprünglich stets an eine Fremdkörpergrundlage anschloß und die Aulacanthiden erst im Laufe der Stammesentwickelung allmählich dazu gelangt sind, sich von einer solchen zu emancipieren und die durch die Gestalt der Fremdkörper und der Pseudopodien kausal bestimmte Stachelform nunmehr auch ohne Zuhilfenahme von Fremdkörpern herzustellen. Danach müßten sich also aus *Aulokleptes*-ähnlichen Formen zunächst *Auloceros*-ähnliche (vergl. Taf. III) gebildet haben.

Auf Grund meiner Beobachtungen über die Stachelbildung der Aulacanthiden, von welchen im „Allgemeinen Teil" genauer berichtet werden soll, bin ich zu einer entgegengesetzten Auffassung gekommen. Nach meiner Ansicht weisen die Aulacanthiden mit reinem Eigenskelett das normale oder ursprüngliche Verhalten auf (*Aulacantha* u. a.), an diese schließen sich solche Formen an, welche sich mehr gelegentlich die Nadeln anderer Aulacanthiden einverleiben und sie unter die eigenen einrangieren, z. B. *Aulographis pandora*, und die am weitesten differenzierte Stufe bilden endlich diejenigen Formen, welche Aulacanthidennadeln oder ganz heterogene Skelettteile, wie die Diatomeengehäuse, in regelmäßiger Weise aufnehmen und sie als Unterlage für die Stachelbildung benutzen, nämlich *Aulokleptes* und *Aulodendron* (1905, S. 372).

Die Bedeutung dieses eigentümlichen Vorganges mag einerseits in einer Verfestigung der Skelettteile, andererseits in einer Abkürzung des Umwandlungs- und Amalgamierungsprozesses liegen, auf Grund dessen die Mehrzahl der Tripyleen aus der Kieselsäure der aufgenommenen Nahrungskörper (Diatomeen, Dictyochiden) die eigene Hartsubstanz zu gewinnen scheint.

Es sei hier nochmals auf die hier in Betracht kommenden Abbildungen hingewiesen. Die in den Figg. 38—43 der Taf. IV abgebildeten *Aulokleptes*-Stacheln zeigen zum Teil noch deutlich die Form des Vorderendes der aufgenommenen Diatomeengehäuse, welche großenteils der Gattung *Rhizosolenia* angehören. Fig. 44 und 45 lassen innerhalb der *Aulokleptes*-Stacheln eine *Aulacantha*- bezw. *Aulographonium*-Nadel erkennen. Die Fig. 94 auf Taf. X zeigt das Vorderende und die handschuhfingerartige „Teilungsnarbe", die Fig. 95 das Hinterende eines *Rhizosolenia*-Gehäuses innerhalb einer Nadel von *Aulodendron antarcticum* eingeschlossen. Endlich sind auf Taf. XLIII, Fig. 320 ein *Aulokleptes*-Stachel mit drei aneinander gereihten *Rhizosolenia*-Gehäusen, welche deutlich die Schalenstruktur erkennen lassen, abgebildet, sowie in Fig. 319 ein Stachel von *Aulodendron verticillatum*, welcher eine ganze Kette von *Corethron*-Gehäusen einschließt. In letzteren beiden Stacheln sind die auf Kanadabalsam-Präparaten häufig vorkommenden Luftblasen in verschiedener Ausdehnung sichtbar.

In Bezug auf die Zahl der Radialstacheln haben schon Haeckel, Immermann u. a. hervorgehoben, daß dieselbe bei den Individuen einer Species sehr verschieden ist, und von den nämlichen Autoren ist auch darauf hingewiesen worden, daß offenbar die Zahl mit dem Lebens-

alter zunimmt. Mir sind speciell von *Aulospathis* sehr kleine Exemplare mit nur 3 und 6 Radialstacheln begegnet (Taf. X, Fig. 103, und Taf. IX, Fig. 88), und ich trage ebenfalls kein Bedenken, dieselben als sehr jugendliche Stadien zu betrachten. Als neu möchte ich die Beobachtung hinzufügen, daß bei diesen jugendlichen *Aulospathis*-Individuen und ebenso bei mehreren Exemplaren von *Auloceros* mit nur wenigen Radialstacheln (Taf. X, Fig. 102) die Radialstacheln eine diametrale Lage zeigen. Danach werden also bei ganz jugendlichen Aulacanthiden die ersten Radialstacheln diametral angelegt, und erst bei weiterem Wachstum der Tiere erhalten sie ihre radiäre Anordnung. Jugendliche Aulacanthiden mit diametral gelagerten Stacheln zeigen, wie hinzugefügt werden soll, hinsichtlich der Anordnung ihres Skelettes eine weitgehende Uebereinstimmung mit gewissen Acanthometriden aus der Gattung *Acanthochiasma* Krohn (vergl. Popofsky, 1904, Taf. IV).

Hinsichtlich der Entstehung der Stacheln sei auf die einzelnen Formen, insbesondere auf die Gattung *Auloceros* hingewiesen. Es sei hier nur erwähnt, daß ich in Uebereinstimmung mit Borgert (1900, S. 258) fand, daß die Entwickelung der Radialstacheln von einer häutigen Grundlage ihren Ausgang nimmt, und ferner daß ich bei verschiedenen Formen von *Aulographis*, *Auloceros* und *Aulokleptes*, im Gegensatz zu der von Immermann (1904) vertretenen Auffassung, eine von außen nach innen fortschreitende Verkieselung feststellen konnte.

Im extrakapsulären Teil des Weichkörpers kann man unterscheiden die äußere plasmatische Grenzschicht, einen äußeren, nicht-alveolären, die Tangentialnadeln einschließenden Gallertmantel, den eigentlichen Alveolenkörper und den Pseudopodienmutterboden. Erstere wird bei der lebenden *Aulacantha*, wie ich in Uebereinstimmung mit der Darstellung Haeckel's fand, von einem plasmatischen Maschenwerk, dem Sarcodictyon, gebildet, welches namentlich an den Stellen, wo die Radialstacheln austreten, größere Inseln von körnigem Plasma aufweist[1]). Bei den größeren Tiefenformen ließ sich dagegen eine verhältnismäßig derbe äußerste Hüllmembran (äußeres oder extrakalymmatisches Sarkodehäutchen, 1904, 1904a) feststellen, welche, wie erwähnt, von den Spathillen der Stacheläste getragen wird[2]).

Es folgt der äußere, die Tangentialnadeln einschließende, wenigstens bei *Aulacantha* alveolenfreie Gallertmantel, welcher mit dem äußeren, nicht-alveolären Calymma von *Thalassicolla*[3]) verglichen werden kann, und unter demselben der Alveolenkörper. Bei der lebenden *Aulacantha* erscheinen die einzelnen Alveolen bald als abgerundete kugelige oder eiförmige Gebilde, zwischen welchen die Sarkode ein anastomosierendes Netzwerk, das Sarcoplegma Haeckel's bildet, bald sind sie gegeneinander gepreßt und polyedrisch abgeplattet, so daß eine schaumartige Struktur entsteht. Man wird wohl der zuerst von Dreyer (1892, S. 362) geäußerten Ansicht beipflichten dürfen, wonach der Alveolenkörper ein nach den Gesetzen der Blasenmechanik aufgebautes Schaumgebilde ist, welches aus der Sarkode als Grundsubstanz und den in die-

1) Ob auch bei *Aulacantha* der ganze Weichkörper von einer sehr dünnen plasmatischen Haut bedeckt ist und ob das Sarcodictyum nur deren dichtere Partien darstellt, konnte ich am frischen Material nicht entscheiden. Ebensowenig vermochte ich darüber ins klare zu kommen, inwieweit die von Dreyer (1892, S. 362) gegebene Fassung das Richtige trifft, wonach das Sarcodictyum durch das in Oberflächenansicht sich darbietende Netz der Kanten und optisch verkürzten Radialwände der äußersten Blasenschicht (d. h. der plasmatischen Umhüllungen der äußeren Alveolen) gebildet wird.

2) Auch Immermann (1904, S. 14) konnte bei Färbung des konservierten Materials mit Berlinerblau eine dünne, membranähnliche Schicht nachweisen.

3) Wie R. Hertwig (1879, S. 35) zuerst für *Thalassicolla nucleata* gezeigt hat, kollabieren bei mechanischer Reizung die großen Vakuolen der äußeren Zone von außen nach innen, so daß schließlich eine vakuolenfreie äußere Gallertzone resultiert. Bei Aufhören der Reizung findet eine Neubildung der Alveolen in der äußeren Zone statt.

selbe eingebetteten Alveolen oder Gallertvakuolen besteht. Danach würde das Sarcoplegma HAECKEL's im wesentlichen den Komplex der im optischen Durchschnitt getroffenen Kanten und Wände des Blasengerüstes darstellen.

Beim konservierten Material konnte ich von diesen Strukturverhältnissen nichts wiederfinden.

Der Pseudopodienmutterboden oder die Sarcomatrix HAECKEL's, d. h. die die Centralkapsel direkt umhüllende plasmatische Zone, mit welcher das Sarcoplegma in Zusammenhang steht, ist in der Umgegend der Astropyle zur Grundsubstanz des Phäodiums erweitert. Ueber die Zusammensetzung des letzteren haben namentlich KARAWAJEW und BORGERT genauere Angaben gemacht. In wesentlicher Uebereinstimmung mit diesen beiden Forschern finde ich das Phäodium bei den Aulacanthiden hauptsächlich aus vier Bestandteilen zusammengesetzt: 1) aus freien, d. h. nicht in Phäodellen eingeschlossenen Diatomeen-, Dictyochiden- und Radiolarienskeletten; 2) aus kernhaltigen Bildungen, welche auf Schnitten nicht selten wohlerhaltene Kernteilungsstadien erkennen lassen; 3) aus den eigentlichen Phäodellen, d. h. ungleich großen Ballen, welche bei demselben Individuum eine verschiedene natürliche Färbung und ebenso eine verschiedene Tingierbarkeit besitzen, bald pigmenthaltig, bald pigmentfrei sind, bald vollkommen homogen erscheinen, bald Kieselskelette oder kernhaltige Bildungen in verschiedener Menge einschließen; 4) aus verschieden tingierbaren Körpern, welche bald als Ballen mit faltiger Oberfläche, bald als zusammengefaltete, leere Membranen erscheinen.

In Bezug auf die dem Phäodium eingelagerten, mit Kieselskeletten ausgestatteten Organismen ist es als zweifellos zu betrachten, daß dieselben behufs Gewinnung von organischer Substanz bew. Kieselsäure dienen. Hinsichtlich der kernhaltigen Teile, welche wohl der Hauptsache nach als Algen- und Acanthariensporen zu deuten sind, mag es dahingestellt bleiben, ob es sich gleichfalls um Nahrungsteile oder um Parasiten oder Symbionten handelt (vergl. BORGERT, 1900, S. 262). Der Annahme, daß diese kernhaltigen Gebilde der zweiten Kategorie ausschließlich die Rolle von Nahrungsteilen haben, steht, wie ich glaube, das Vorhandensein von wohlerhaltenen Kernteilungsfiguren nicht im Wege. Denn ich erinnere mich, einmal bei meinem verstorbenen Arbeitsgenossen O. VOM RATH Schnittpräparate von marinen Copepoden gesehen zu haben, welche im Darm Algenzellen mit prächtig erhaltenen Kernteilungsfiguren enthielten, und in diesem Fall kann es sich ja sicher nur um Nahrungsteile handeln. Was drittens die eigentlichen Phäodellen anbelangt, so glaube ich, daß sich die so außerordentlich mannigfaltigen Bilder, welche dieselben darbieten, am besten von der Annahme aus verstehen lassen, daß hier Substanzen vorliegen, die von dem Radiolarienkörper zunächst um die aufgenommenen Nahrungsteile abgeschieden werden und, während der Verdauung der organischen Substanzen der Nahrung und der Auflösung der Kieselsäure, ihrerseits eine allmähliche Umbildung erfahren. Aus Versuchen, welche BORGERT (1900, S. 265) angestellt hat, geht unzweifelhaft hervor, daß die Grundsubstanz der Phäodellen nicht protoplasmatischer Natur ist, vielmehr erinnern die verschiedenen Grade von Tingierbarkeit, die man bei den Phäodellen der Aulacanthiden[1]), insbesondere aber bei denjenigen von *Phaeocolla* (Taf. XLII, Fig. 302) und der Tuscaroriden findet, sehr an das Verhalten schleimartiger Substanzen, wie sie z. B. in den Hautdrüsen der pelagischen Polychätenlarven beobachet werden. Auch

1) Die Angabe von BORGERT, daß bei *Aulacantha* die Phäodellen sich fast vollkommen indifferent gegen Farbstoffe verhalten, kann ich für andere Formen nicht bestätigen.

an die Reaktionen, welche die Nukleolarsubstanzen der tierischen Zellkerne gegenüber den Färbungsmitteln zeigen, wird man erinnert.

Speciell die Befunde bei den Phäocollen und Tuscaroren lehren nun weiterhin, daß zwischen den eigentlichen Phäodellen und den „gefalteten Membranen" alle möglichen Uebergänge bestehen. Ich halte daher die letzteren, wenigstens der Mehrzahl nach, nicht für Fremdkörper, sondern für die aufgequollenen, unter der Wirkung der Fixierungsmittel in geschrumpfter, gefalteter und geschichteter Form sich darbietenden Endstadien der Phäodellen.

Aehnlich wie dies bei den Tuscaroren der Fall ist, fand ich bei den antarktischen Aulacanthiden im allgemeinen in der Regel mehr Diatomeenschalen und andere Kieselgehäuse, als bei den Formen der wärmeren Meere. Bei den letzteren überwiegen meistens die nackten Zellen (Algen- und Acanthariensporen) gegenüber den Kieselskeletten. Erwähnt sei im speciellen noch, daß bei einem in der antarktischen Station 149 erbeuteten Exemplar von *Aulacantha tetrancistra* das Phäodium fast ausschließlich aus dichtgehäuften Kieselskeletten von Diatomeen (namentlich *Fragilaria*), Dictyochiden und Cyrtoideen bestand.

Bezüglich der Beschaffenheit der Centralkapsel, ihrer Wandung und ihrer Oeffnungen liegen sehr genaue Angaben von R. Hertwig (1879), Karawajew (1895) und Borgert (1900) vor. Der letztere hat auch die Neubildung der Oeffnungen bei der Teilung der Centralkapsel eingehend untersucht (1900, S. 252). In Bezug auf das Operculum, d. h. den kreisförmigen, mit strahlig angeordneten, nach innen vorspringenden Lamellen ausgestatteten Hof der Astropyle will ich nur noch erwähnen, daß bei Vitalfärbung der Aulacanthen mit Methylenblau dieser Hof sich im Gegensatz zu der übrigen Centralkapselwandung hellblau färbt. Man wird zu der Ansicht geführt, daß das ganze Operculum eine für flüssige Substanzen durchlässige osmotische Membran darstellt, daß die Lamellen als Versteifungseinrichtungen dienen und gleichzeitig vielleicht auch dem eintretenden Nahrungsstrom die Richtung weisen.

Was ferner die intrakapsuläre Sarkode oder das Endoplasma anbelangt, so kann ich den Beobachtungen der drei eben genannten Forscher nichts wesentlich Neues hinzufügen. Die intrakapsulären Vakuolen, welche, wie schon R. Hertwig bemerkte, vielfach gerinnselartige Körnchen („Fettkörnchen") einschließen, die plasmatischen, vielfach fein radiär gestreiften Höfe in der Umgebung der Parapylen, die von Karawajew entdeckten endoplasmatischen Kanäle, sowie die von Borgert (l. c. S. 248) ausführlich erörterten „bläschenförmigen Einschlüsse des Endoplasmas", alle diese Teile finden sich bei sämtlichen auf Schnitten untersuchten, den verschiedensten Gattungen zugehörigen Formen wieder, ohne daß ich im stande wäre, bezüglich der physiologischen Bedeutung dieser Teile bestimmter lautende Angaben als meine Vorgänger zu machen. Erwähnt sei nur, daß die endoplasmatischen Vakuolen sich gegenüber den Farbstoffen anders verhalten, als die extrakapsulären Alveolen. Speciell bei Färbung der lebenden *Aulacantha* mit einer Seewasserlösung von Neutralrot [1]) tingieren sich nämlich die ersteren, ähnlich wie die vom Weichkörper aufgenommenen Algenzellen, lebhaft karminrot, während die letzteren eine verschieden starke ziegelrote Farbe annehmen.

In Bezug auf die Zahl der Centralkapseln kann ich die Angaben von R. Hertwig, Haeckel, Borgert und Immermann, welche das häufige Vorkommen zweikerniger Aulacanthiden

1) Nach einer von Schewiakoff, Petersburg 1902, S. 21 angegebenen Methode.

erwähnen, durch die Feststellung ergänzen, daß bei einer Reihe von Formen der Besitz von zwei Centralkapseln mit je einem Kern den normalen Zustand darstellt. Es können diese dicentrischen Aulacanthiden zu anderen zweikernigen Protozoen (*Amoeba binucleata* GRUBER) in Homologie gebracht werden, eine specielle Parallele finden sie aber in den Tuscaroren, welche, wie unten nachgewiesen werden soll, ebenfalls regelmäßig 2 Centralkapseln besitzen.

Ich will diese mit 2 Centralkapseln versehenen Formen als dicystine den monocystinen gegenüberstellen.

Meinem Material zufolge können folgende Formen bestimmt als dicystin bezeichnet werden:

- *Aulographis pandora* HAECKEL,
- *Aulographis stellata* HAECKEL,
- *Aulographis stellata asteriscoides* n. subsp.,
- *Aulographis pentastyla* n. sp.,
- *Aulographis tetrastyla* n. sp.,
- *Auloceros arborescens dichodendrum* (IMMERMANN),
- *Auloceros arborescens subelegans* n. subsp.,
- *Aulokleptes ramosus* IMMERMANN.

Wahrscheinlich sind die oben erwähnten Aulacanthiden schon im stachellosen Jugendzustand mit 2 Centralkapseln ausgestattet. Wenigstens weisen die früher beschriebenen Phäocolla-Stadien (Taf. XLII, Fig. 302) auf ein derartiges Verhalten hin.

Der ruhende Kern speciell von *Aulacantha* ist von KARAWAJEW und BORGERT genauer beschrieben worden. Er hat entweder eine der Gestalt der Centralkapsel entsprechende, annähernd kugelige Form (Textfig. 1) oder ist mehr eiförmig, wobei der spitzigere Pol der Astropyle zugewendet ist. Die färbbare Substanz zeigt bei *Aulacantha* eine ausgesprochen radiäre oder radförmige Anordnung: sie besteht aus radiär gerichteten, gegen die Peripherie zu unregelmäßig verzweigten Strängen, welche von einer centralen, dichteren Masse, wie die Speichen von der Nabe eines Rades, ihren Ausgang nehmen (Textfig. 1, sowie KARAWAJEW, 1895, Fig. 2; BORGERT, 1900, Taf. XIV, Fig. 1). Kerne mit Radstruktur fand ich nicht bloß bei *Aulacantha* in den Stadien mit 1, 2 und 4 Centralkapseln wieder (vergl. Taf. VIII, Fig. 85), sondern auch bei allen auf Schnitten untersuchten Exemplaren der Gattung *Aulospathis*.

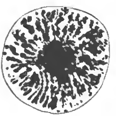


Fig. 1. Kern einer *Aulacantha scolymantha typica* mit 4 Centralkapseln. „Radstruktur".

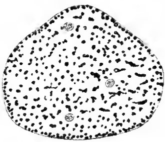


Fig. 2. Kern von *Aulographis stellata* im „Ruhezustand", mit Schollen und Strängen.

Im Gegensatz dazu beobachtete ich bei *Aulographis pandora* und *stellata*, sowie bei verschiedenen Formen von *Auloceros* und *Aulokleptes* auf sämtlichen Schnittpräparaten andere Kern-

formen. Der ruhende, in der Regel ellipsoidische oder wurstförmige, nicht selten auch gegen die Astropyle ausgezogene Kern zeigt sich hier dicht erfüllt von ungleich großen, zum Teil vakuolisierten Schollen einer färbbaren Substanz, welche in eine meist als körniges Gerinnsel, seltener feinwabig erscheinende Grundsubstanz eingebettet sind (Textfig. 2). Von einer Radiär- oder Radstruktur ist nichts zu erkennen, eher zeigt die Peripherie des Kernes eine dichtere Anhäufung von Schollen.

Auf allen Schnitten sieht man neben den isolierten Schollen faden- oder strangförmige Aneinanderreihungen von vakuolisierten Schollen, und es erscheint mir, namentlich mit Rücksicht auf die zu den Prophasen führenden Uebergangsbilder, wahrscheinlich, daß thatsächlich sämtliche Schollen in Reihen angeordnet sind und die scheinbar isolierten Schollen vielfach nur die Querschnitte durch strangartige Bildungen darstellen. Zwischen den Schollen liegen da und dort traubenförmige Häufchen von schwächer färbbaren Tröpfchen, welche wohl mit den von Borgert (1900, S. 217) für *Aulacantha* beschriebenen wurstförmigen Haufen „minimaler Kügelchen" zu vergleichen sind.

Soweit ich sehen konnte, findet sich die Radstruktur der Kerne bei den Formen, welche nur eine Centralkapsel besitzen (*Aulacantha*, *Aulospathis*), die Schollenstruktur dagegen bei solchen, welche normalerweise zwei Centralkapseln beherbergen (*Aulographis*, *Auloceros*, *Aulokleptes*).

Bemerkenswert scheint mir noch zu sein, daß bei *Aulographis pandora* die Kerne der beiden Centralkapseln sehr häufig einen ungleichen Entwickelungs- bezw. Erhaltungszustand aufweisen.

Fortpflanzung. Für *Aulacantha* giebt Borgert (1900) an, daß die Fortpflanzung auf drei verschiedene Weisen erfolge. durch Zweiteilung auf mitotischem Wege, durch Zweiteilung auf amitotischem Wege und durch Schwärmerbildung. In eingehender Weise hat Borgert sodann, in Ergänzung der früheren Angaben Karawajew's, den Verlauf der mitotischen Teilung beschrieben.

Ich habe darauf verzichten müssen, die Beobachtungen Borgert's an *Aulacantha* nachzuprüfen, da es natürlich nicht möglich war, auch nur annähernd die erforderliche Zahl[1]) von gut konservierten Exemplaren meinem Material zu entnehmen. Dagegen habe ich nahezu alle verfügbaren Exemplare von *Aulographis pandora* und *stellata*, sowie von *Auloceros* und *Aulokleptes*, welche sich in den mit Flemming'scher Flüssigkeit oder Sublimat konservierten Proben fanden, auf Schnittserien untersucht und bin dadurch in die Lage gekommen, wenigstens in einigen Punkten die Borgert'schen Angaben zu ergänzen.

Es sei zunächst im kurzen auf diejenigen Phasen hingewiesen, welche im wesentlichen mit den von Borgert für *Aulacantha* beschriebenen Stadien übereinstimmen und daher wohl zur mitotischen Teilung in Beziehung gebracht werden dürfen.

Gehen wir aus von dem oben beschriebenen, die Schollenstruktur aufweisenden „ruhenden" Kerne von *Aulographis*, *Auloceros* und *Aulokleptes* (Textfig. 2), so nehmen beim Uebergang zu den Prophasen der Teilung die Schollenreihen mehr und mehr die Form geschlängelter, homogener Stränge an, welche vollkommen gleichmäßig den Kernraum durchsetzen und an ver-

1) Borgert hat „über 20 Tausend Tiere auf Teilungszustände durchgesehen und hatte doch in Bezug auf einzelne Stadien noch eine äußerst geringe Ausbeute zu verzeichnen".

schiedenen Stellen desselben zu knäuel- oder rosettenförmigen dichteren Herden zusammengedrängt sind (Textfig. 3). Dieses Stadium wird man als feinfädiges Knäuelstadium, die Fäden als Chromatinfäden zu bezeichnen haben.

Sehr häufig trat mir bei allen hier aufgezählten Formen auch das Stadium der Längsspaltung der Chromatinfäden in den Weg. Namentlich von *Aulokleptes* erhielt ich sehr schöne Bilder, und zwar zeigten sich vielfach die Spalthälften in ähnlicher Weise umeinander gedreht, wie die Tochterschleifen in den Prophasen der heterotypischen Teilung (Textfig. 4).

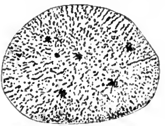


Fig. 3. Kern von *Aulographis stellata* im „feinfädigen Knäuelstadium".

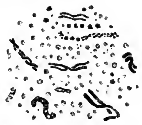


Fig. 4. Längsgespaltene Chromatinfäden von *Aulokleptes ramosus*.



Fig. 5. Kern von *Aulographis stellata* in (? amitotischer) Durchschnürung

Die späteren Phasen der mitotischen Teilung sind mir bei den Aulacanthiden nie begegnet. Dagegen schließen sich an das feinfädige Knäuelstadium einerseits Bilder an, welche vielleicht auf einen amitotischen Teilungsprozeß hinweisen, andererseits solche, welche mit der Schwärmerbildung zusammenhängen dürften.

Was die ersteren Bilder anbelangt, so fand ich von *Aulographis stellata* Kerne, welche im feinfädigen Knäuelstadium standen und in der Mitte eine tiefe, schmale Einschnürung zeigten (Textfig. 5). Ich vermag nicht zu entscheiden, ob hier ein Fragmentierungsprozeß vorliegt, der die Bildung der bekannten Doppelkerne einleitet, welche man bei *Aulographis*, *Auloceros* und *Aulokleptes* in den Stadien mit 2 und mehr Centralkapseln außerordentlich häufig antrifft (Textfig. 6) oder ob es sich um eine Telophase der Teilung handelt.

Den zweiten oben erwähnten nicht mitotischen Prozeß fand ich bei antarktischen Exemplaren von *Aulographis stellata* in 3 Fällen vor (Textfig. 7). Die betreffenden Kerne weisen ein scholliges bis feinfädiges Stadium auf. Zwischen den Schollen und Strängen finden sich nun, untereinander durch alle möglichen Uebergänge verbunden, wurstförmige bis kugelige Gebilde, welche, ähnlich kleinen Metazoenkernen, alle Phasen der Chromatin-Metamorphose vom Knäuel- bis zum Asterstadium aufweisen (Textfig. 7 *a*). Einzelne dieser „Binnenkerne" erinnerten hinsichtlich des Aussehens der Chromatinelemente an die diakinetischen Phasen der Keimbläschen. Neben diesen prophasenartigen Stadien fanden sich großenteils innerhalb des Kernes, zum Teil aber auch außerhalb desselben, doppelkernartige Gebilde, welche je aus zwei von einer gemeinschaftlichen Hülle umgebenen, dicht aneinander gelagerten und einzelne

Chromatinkörnchen einschließenden Bläschen bestehen (Textfig. 7 *b*). Man wird bei diesen Gebilden wohl nur an zwei Möglichkeiten denken können: an parasitische Organismen oder an eine Sporenbildung [1]). Mit Rücksicht darauf, daß diese „Doppelkerne" in allen 3 beobachteten Fällen gleichzeitig mit den die Prophasen der Teilung zeigenden „Binnenkernen" vorkommen, und mit Rücksicht darauf, daß letztere verschiedene Uebergangsstufen zu den gewöhnlichen Chromatinfäden und -strängen zeigen, bin ich geneigt, die Bilder als Stadien der Sporenbildung aufzufassen.

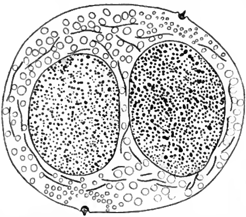


Fig. 6. Centralkapsel von *Aulokleptes ramosus* mit 2 Kernen von ungleicher Struktur im Querschnitt (der Schnitt ist parallel zum Operculum der Astropyle geführt und trifft zwei von den vier kreuzweise gestellten Parapylen). Endoplasmatische Kanäle.

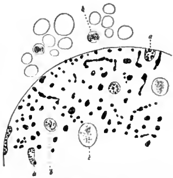


Fig. 7. ? Sporenbildung von *Aulographis stellata* *a* Binnenkern in der Prophase der Teilung, *b* „Doppelkern" (? Sporen), *c* Fetttröpfchen.

Stadien mit mehreren Centralkapseln. Fast von allen größeren Aulacanthiden liegen mir Stadien mit mehr als 2 Centralkapseln vor. So fand ich insbesondere auch von der kleinen *Aulacantha scolymantha typica* Stadien mit 4 Centralkapseln, deren Kerne die von Karawajew und Borgert beschriebene Radstruktur aufweisen (Taf. VIII, Fig. 85). Die größte Zahl von Centralkapseln — nämlich 16 — traf ich bei den Warmwasserformen *Aulospathis variabilis tetrodon* und *aulodendroides* an, wie denn überhaupt bei diesen beiden Formen Individuen mit einer größeren Anzahl von Centralkapseln verhältnismäßig häufig aufgefunden werden. Speciell die Exemplare mit 8 und 16 Centralkapseln (Taf. IX, Fig. 89) erinnern im übrigen außerordentlich an die encystierten Muttertiere von *Actinosphaerium Eichhorni* mit ihren 5—12 Primärcysten [2]).

Was nun die Bedeutung der Stadien mit 4 und mehr Centralkapseln anbelangt, so sind, soviel ich sehe, zwei verschiedene Dinge zu unterscheiden, nämlich die Zweiteilung der dicystinen und die Koloniebildung der mono- und dicystinen Formen.

1) Mit dem von Borgert und Immermann (1900, S. 13, 15) kurz beschriebenen, aber nicht durch Abbildungen illustrierten Modus der Schwärmerbildung lassen sich meine Bilder kaum in Einklang bringen.

2) Vergl. Taf. IX, Fig. 89 mit den Abbildungen bei R. Hertwig, Ueber Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium Eichorni*, München 1898, Taf. I.

In ersterer Hinsicht ist zu sagen, daß bei den dicystinen Formen durch die Teilung der beiden Centralkapseln die normale Zweiteilung eingeleitet und daß also schon bei diesem einfachsten Fortpflanzungsvorgange ein Durchgangsstadium mit vier Centralkapseln durchlaufen wird. Ebenso wie z. B. bei der zweikernigen *Amoeba binucleata* zunächst eine Teilung der beiden Kerne erfolgt, so daß vorübergehend ein vierkerniges Stadium auftritt (Schaudinn), so findet auch bei den dicystinen Aulacanthiden, speciell bei *Aulographis pandora* und bei dem *Aulokleptes ramosus* der wärmeren Meere, beim gewöhnlichen Zweiteilungsprozeß zunächst eine Teilung der beiden Centralkapseln und dann erst eine Durchteilung des Weichkörpers statt, so daß wiederum 2 dicystine Tochterindividuen entstehen. Ich habe wenigstens nicht bloß zahlreiche Individuen mit 4 Centralkapseln, sondern wiederholt auch dicystine Exemplare gefunden, welche, wie die einseitige Anordnung der Phäodien und Radialstacheln deutlich erkennen ließ, eben erst durch Zweiteilung eines mit 4 Centralkapseln ausgestatteten Mutterindividuums ihre Entstehung genommen haben mußten.

Von diesen einfachen Zweiteilungsvorgängen der dicystinen Formen sind diejenigen Teilungsprozesse zu trennen, welche bei zahlreichen Formen, und zwar sowohl bei dicystinen als bei monocystinen, zur Koloniebildung führen und welche in ihren ersten Etappen selbstverständlich eine große Uebereinstimmung mit den erstgenannten Phasen zeigen.

Besonders häufig fanden sich hieher gehörige Stadien mit mehr als 2 Centralkapseln bei der antarktischen Form von *Aulokleptes ramosus*, und hier konnte auch eine Reihe interessanter Zwischenstadien beobachtet werden, aus denen hervorgeht, daß, ähnlich wie dies Karawajew (1895, S. 301) für die Teilung von *Aulacantha* nachgewiesen hat, die Centralkapseln bezw. Kerne ungleichzeitig die Teilung durchführen.

Es zeigte sich hier, daß bei den Exemplaren mit 2 Centralkapseln zunächst die eine und dann erst die zweite Centralkapsel die Kern- und Kapselteilung durchführt, so daß zunächst Stadien mit 3 Centralkapseln entstehen [1]. In ähnlicher Weise vollzieht sich auch der Uebergang von 4 zu 8 Centralkapseln stufenweise: hier schreiten 2 von den 4 Centralkapseln bezüglich der Kernteilung und ebenso der Kapselteilung den anderen beiden voran (Taf. II, Fig. 20), so daß Zwischenstadien mit 6 Kapseln zu stande kommen, und ähnliche Verschiebungen sind bei dem folgenden und wahrscheinlich letzten Teilungsschritt zu beobachten, woraus sich das häufige Vorkommen von Stadien mit 9 oder 10 Centralkapseln erklärt.

Durch die mangelnde Synchronie der Teilung erklärt sich die Thatsache, daß namentlich bei *Aulographis*-Arten auf dem Stadium mit 2 Centralkapseln die beiden Kerne häufig einen verschiedenen Entwickelungszustand zeigen. Auffallender ist die Erscheinung, daß in Centralkapseln mit 2 durch Teilung eines Mutterkernes entstandenen Tochterkernen dieselben vielfach einen ungleichen Entwickelungs- bezw. Erhaltungszustand zeigen (Textfig. 7).

Was die Bedeutung der Koloniebildung anbelangt, so möchte ich angesichts des Umstandes, daß ich bei *Aulographis* nur die Stadien der Sporenbildung, bei anderen Gattungen nur die Koloniebildung vorfand, mit aller Reserve die Vermutung aussprechen, daß beide Vorgänge in eine gewisse Beziehung zu einander zu setzen sind.

Horizontal- und Vertikalverbreitung. In ausführlicher Weise hat Immermann (1904, S. 67 ff.) die Horizontal- und Vertikalverbreitung der Aulacanthiden an der Hand des

1) Aulacanthiden mit 3 Centralkapseln sind schon von Karawajew und Immermann gefunden worden.

„National"-Materials diskutiert. Das Gesamtbild, zu welchem dieser Forscher gelangt ist, wird indessen durch die von der „Valdivia" in der Antarktis und im Indik gemachten Fänge in wesentlichen Punkten verändert, so daß es vielleicht angezeigt erscheinen mag, hier ab ovo zu beginnen.

Für eine Reihe von Formen läßt sich schon jetzt angeben, daß sie in zahlreichen, sowohl wärmeren als auch kälteren Meeresgebieten verbreitet sind und daher als mehr oder weniger kosmopolitisch bezeichnet werden können. Solche Formen sind: *Aulacantha scolymantha typica* und *bathybia*, *Aulacantha spinosa*, *Aulodendron antarcticum*, *Aulographis pandora*, *Aulographis tetrancistra*, *Aulographonium pulvinatum*[1]), *Aulospathis variabilis triodon*, *Aulospathis variabilis bifurca*, *Aulokleptes ramosus*.

Für einige dieser Formen (*Aulacantha scolymantha typica* und *Aulographis tetrancistra*) haben die Plankton- und Schließnetzfänge der Plankton- und Tiefsee-Expedition mit Sicherheit ergeben, daß sie sowohl in den Oberflächenschichten oberhalb des 400 m-Horizontes, als auch in den Regionen zwischen 400 und etwa 1500 m vorkommen, daß sie also sehr verschiedene Temperaturen auszuhalten im stande sind und daher als eurytherm bezeichnet werden können.

Für eine zweite Kategorie der kosmopolitischen Formen läßt sich dagegen zeigen, daß die betreffenden Arten und Unterarten ganz bestimmte, und zwar in den warmen und kalten Meeren ungefähr die nämlichen Horizonte bevölkern. So wurde *Aulographis pandora* sowohl in Tiefsee-Station 66 (Golf von Guinea) als auch in der antarktischen Tiefsee-Station 136 in den Schichten zwischen 400 und 700 m erbeutet. Ebenso fand sich *Aulaspathis variabilis triodon* im Golfstrom (Tiefsee-Station 16), in der Sargasso See (Immermann) und in der Antarktis jeweils in Tiefen zwischen 900 und 1500 m. Da nun die Temperatur innerhalb der einzelnen zwischen 400 und 1500 m gelegenen Horizonte, je nach dem Stromgebiet und der geographischen Breite, beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist, so ergiebt sich für die kosmopolitischen Formen der zweiten Kategorie, daß sie mehr bestimmten Tiefen, als bestimmten Temperaturen angepaßt sind, daß also auch sie mehr oder weniger eurytherm sind.

Wir werden also im ganzen die kosmopolitischen Formen gleichzeitig als eurytherm bezeichnen dürfen.

Ihnen stehen mehrere Gruppen von Aulacanthiden gegenüber, welche eine enger umschriebene Verbreitung besitzen und offenbar an bestimmte Temperaturverhältnisse angepaßt, also verhältnismäßig stenotherm sind.

Hieher gehören zunächst die äquatorialen oder cirkumtropischen[2]) Formen, welche im ganzen zwischen dem 40° N. Br. und 40° S. Br., bezw. in den warmen Stromgebieten und deren nördlichen und südlichen Ausstrahlungen angetroffen werden. Zu diesen Formen möchte ich vorläufig rechnen: *Aulographonium mediterraneum bicorne* und *indicum*,

---

1) Nach Immermann (1904, S. 70 und 85) würde *Aulographonium pulvinatum* (*Aulocoryne pulvinata*) als eine Form der kalten Regionen anzusprechen sein. Im Gegensatz dazu wurde diese Art von der „Valdivia" fast ausschließlich in wärmeren Meeresgebieten und nur vereinzelt in der Antarktis angetroffen.

2) Den Ausdruck „cirkumtropisch" finde ich in Meisenheimer's Pteropodenarbeit.

Aulopetasus charoides, Aulocoryne zetesios [1]), *Aulospathis variabilis tetrodon, aulodendroides* und *monodon, Auloceros arborescens biramens* [2]) und *dichodendrum.*

Als Bewohner des antarktischen Kaltwassers und der nach Norden sich ausbreitenden kühleren Meeresströmungen, also als stenotherme Kalt- und Kühlwasserformen können wohl bezeichnet werden: *Aulospathis variabilis diodon, Auloceros arborescens subelegans* und *irregularis,* und vielleicht auch *Aulographonium antarcticum* und *anthoides* [3]). Hieher gehört auch *Aulospathis pinus,* welche im Benguelastrom und in der Antarktis sehr zahlreich auftritt und außerdem vereinzelt an einigen weit nördlich gelegenen Punkten des Indik und Atlantik angetroffen wurde. An zweien dieser Fundorte (Tiefsee-Station 16, Golfstrom, und Tiefsee-Station 170, südlicher Indik) handelt es sich um Schließnetzlänge aus sehr großen Tiefen (1850—1550, bezw. 1700—1000), so daß man *Aulospathis pinus* als eine („unipolar-submergente") Form bezeichnen kann, welche ihr Hauptverbreitungsgebiet im südlichen Eismeer besitzt und sich von hier aus längs der kalten Tiefenströmungen in nördliche Gebiete ausgebreitet hat. Freilich liegt auch die Vermutung nahe, daß wir es in Wirklichkeit mit einer jener bipolaren Kaltwasserformen zu thun haben, welche auch in gemäßigten und tropischen Gebieten und zwar hier als Bestandteile des Tiefseeplanktons auftreten (Chun, 1904, S. 124).

Eine ähnliche Verbreitung, wie *Aulospathis pinus,* besitzt auch *Aulographis stellata.* Dieselbe wurde von der „Valdivia" in den antarktischen Stationen regelmäßig und in großer Individuenzahl aufgefunden, außerdem kommt sie, sowohl in typischer Form als in einer Variante (*asteriscoides*), auch im nördlichen Indik, sowie nach den Befunden des „Gauß" vereinzelt im tropischen Atlantik vor. Bezüglich der Tiefen, welche sie in diesen warmen Meeresteilen bewohnt, ist nichts Genaues bekannt. Für die eigentümliche Beschränkung dieser Form auf die südliche Hemisphäre kann man daher nur vermutungsweise die Erklärung aufstellen, daß auch sie ihr ursprüngliches Verbreitungsgebiet im südlichen Eismeer besitzt und von hier aus den kalten Tiefenströmungen nach Norden gefolgt ist.

Als einzige eigentlich bipolare Aulacanthide ist nach dem bisherigen Material *Aulacantha laevissima* anzuführen.

Eine besondere Stellung nimmt endlich der von Immermann (1904, S. 85) zu den Kaltwasserformen gerechnete *Aulokleptes flosculus* ein. Diese Form wurde bisher einerseits im nördlichen Atlantik, andererseits im südlichen Atlantik und Indik aufgefunden. Dagegen fehlt sie in der Antarktis, und auch aus den Tropen ist nur ein Fundort bekannt (Tiefsee-Station 236). Sie scheint also eine ähnliche Verbreitung zu besitzen, wie einige Pteropodenarten, welche nach Meisenheimer [4]) „in einem Zonengürtel von rund 15°—40° nördlicher wie südlicher Breite zu beiden Seiten des Aequators häufig sind, in den unmittelbar an den Aequator angrenzenden Gebieten dagegen eine nur seltene Erscheinung bilden".

1) *Aulocoryne setesios* wird von Immermann (1904, S. 70 und 85) als eine Form bezeichnet, die für kältere Strömungen charakteristisch ist. Von den bisher bekannten 6 Fundorten liegen indessen mindestens 3 (Tiefsee-Station 29, 44, 218) in ausgesprochen warmen Stromgebieten, die 3 anderen (Tiefsee-Station 66, Irmingersee und Färöekanal in Mischgebieten. Man wird also wohl die eigentlich äquatorialen Gebiete als ihre ursprüngliche Heimat annehmen dürfen.

2) *Auloceros arborescens biramens* (*Au. spathillaster biramens* Immermann) ist nach Immermann (1904, S. 70) mit Vorliebe in kälteren Strömungen heimisch, während die zahlreichen atlantischen und indischen Befunde in der „Valdivia"-Ausbeute sie eher als eine vorwiegend äquatoriale und zum Teil in die nördlichen Mischgebiete ausstrahlende Form kennzeichnen.

3) Diese Liste weicht wesentlich ab von dem von Immermann (1904, S. 85) gegebenen Verzeichnis der Kaltwasserformen. Vergl. auch die Anmerkungen auf den vorangehenden Seiten.

4) J. Meisenheimer, Pteropoda. Wiss. Ergebn. d. deutschen Tiefsee-Exp., Bd. IX., 1905, S. 88.

Von den im Vorstehenden innerhalb der einzelnen Kategorien aufgezählten Formen sind viele untereinander durch Uebergänge verbunden, stellen also nur Unterarten oder Rassen weitverbreiteter Arten dar. Es sei hier speciell darauf hingewiesen, daß für *Aulospathis variabilis*, *Auloceros arborescens* und *Aulokleptes ramosus* eine Reihe von geographischen Unterarten oder Lokalrassen unterschieden werden können, wie bei den betreffenden Formen genauer ausgeführt werden soll.

Es sollen zum Schluß noch einige Bemerkungen bezüglich der Vertikalverbreitung hinzugefügt werden. Schon bei Besprechung der kosmopolitischen oder eurythermen Formen mußte auf gewisse, hierher gehörige Verhältnisse Bezug genommen werden, und es wurde bereits hervorgehoben, daß man, hinsichtlich der Vertikalverbreitung, zwei Hauptgruppen von Formen unterscheiden kann, nämlich Formen, welche sowohl oberhalb des 400 m-Horizontes, also in der Dämmerungszone, als auch in größeren Tiefen bis zu etwa 1000 oder 1500 m vorkommen, und solche, welche auf die tieferen Regionen unterhalb 350—400 m beschränkt zu sein scheinen.

Beispiele für die erstere Gruppe bilden *Aulacantha scolymantha typica* und *Aulographis tetrancistra*, zur letzteren dagegen gehören *Aulacantha scolymantha bathybia*, *Aulographis pandora*, sowie die *Auloceros-*, *Aulokleptes-* und *Aulospathis-*Arten.

Schon oben (S. 11) wurde ferner darauf hingewiesen, daß speciell bei *Aulacantha scolymantha typica* und *bathybia* die Zugehörigkeit zu den beiden wichtigsten Größenklassen, welche man innerhalb der Familie der Aulacanthiden vorfindet, mit der verschiedenen Vertikalverbreitung parallel geht und daß wahrscheinlich die angedeuteten Beziehungen zwischen Größe und Vertikalverbreitung für die Aulacanthiden überhaupt Giltigkeit haben, in der Art, daß die Angehörigen der Zwergklasse die Fähigkeit haben, sich auch in die höheren Schichten zu erheben, während die zur Riesenklasse gehörigen Formen auf die tieferen Schichten beschränkt sind.

Einige weitere Ergebnisse bezüglich der Vertikalverbreitung der Aulacanthiden lassen sich aus der folgenden Tabelle ablesen, welche sämtliche Formen enthält, die von der „Valdivia“ mit dem Schließnetz und mit dem nur wenig (bis 700 m) tiefgehenden Vertikalnetz erbeutet wurden:

Tiefsee-Station			
16	Golfstrom	S. 1850—1550	*Aulospathis variabilis triodon*
			Aulospathis pinus (einzelne Nadeln)
42	Guineastrom	S. 550—250	*Aulokleptes ramosus*
55	Guineastrom	V. 600	*Aulographis pandora*
			Aulokleptes ramosus
			Aulacantha scolymantha bathybia
66	Indifferentes Wasser (Golf von Guinea)	S. 700—600	*Aulographis pandora*
			Aulocoryne zetesios
			Aulospathis variabilis monodon
		S. 500—300	*Aulographis pandora*
			Aulographonium indicum
			Aulokleptes ramosus
			Aulacantha scolymantha bathybia
		V. 700	*Aulographis pandora*
			Aulokleptes ramosus
			Aulacantha scolymantha bathybia
120	Westwindtrift	S. 1500—1000	*Aulographis tetrancistra*
			Aulospathis variabilis diodon
			Aulacantha scolymantha typica

Tiefsee-Station			
135	Antarktische Trift	S. 680—480	*Auloceros arborescens subelegans*
136	Antarktische Trift	S. 700—470	*Aulographis pandora*
			Aulographis stellata
			Auloceros arborescens subelegans
143	Antarktische Trift	S. 400—300	*Aulacantha laevissima*
149	Antarktische Trift	S. 1500—900	*Auloceros arborescens subelegans*
			Aulospathis variabilis triodon
151	Antarktische Trift	S. 1600—1000	*Aulographis stellata*
			Aulographis triglochin
			Aulokleptes ramosus
			Aulospathis variabilis triodon
			Aulospathis variabilis diodon
			Aulospathis pinus
			Aulacantha scolymantha bathybia
170	Südlicher Indik	S. 1700—1000	*Aulospathis pinus*
			Aulacantha scolymantha typica
172	Südlicher Indik	S. 1850—1000	*Aulographonium bicorne*
173	Südlicher Indik	S. 3300—2700	*Aulographis arcuata* (unvollständig)
221	Nördlicher Indik	S. 1600—1000	*Aulographis bicurvata*
		S. 220—185	*Aulacantha scolymantha typica*
		S. 180—145	*Aulacantha scolymantha typica*

Aus dieser Tabelle ergiebt sich zunächst das negative Resultat, daß in sehr tiefgehenden, die Schichten unterhalb 1800 m durchfischenden Schließnetzzügen (T.-St. 27, S. 2250—1950; T.-St. 42, S. 1950—1650; T.-St. 48, S. 2700—2400; T.-St. 88, S. 3600—3000; T.-St. 121, S. 2500—1900; T.-St. 132, S. 2500—1900; T.-St. 133, S. 3300—2700; T.-St. 147, S. 5000—4000; T.-St. 218, S. 2040—1800; T.-St. 220, S. 2800—2200; T.-St. 236, S. 2600—2300; T.-St. 237, S. 4900—4600; T.-St. 268, S. 4890—4200) im allgemeinen keine Aulacanthiden erbeutet wurden. Eine Ausnahme bildet ein unvollständiges Exemplar von *Aulographis arcuata*, welches in T.-St. 173 in einer Tiefe von 3300—2700 m angetroffen wurde. Es scheint also, daß die vierte, von mir als Pharyngellenschicht bezeichnete Zone, welche von 1500—5000 m reicht, sehr arm oder frei von Aulacanthiden ist[1].

Was die dritte Zone, die Tuscarorenschicht (400—1500 m) anbelangt, so geht aus den übereinstimmenden Befunden der Plankton- und „Valdivia"-Expedition hervor, daß vorzugsweise diese Schichten von Aulacanthiden bevölkert sind. Insbesondere handelt es sich um die großen Formen der zweiten Größenklasse, also um die *Aulographis*-Arten der *pandora*-Gruppe, um *Auloceros*, *Aulokleptes* und *Aulospathis*. Alle diese Aulacanthiden bilden gewissermaßen den eisernen Bestand jedes in größere Tiefen reichenden Vertikalnetzzuges, man findet sogar, wie ich früher hervorgehoben habe (1904, S. 132), die häufigeren Arten in ziemlich regelmäßigen Zahlenverhältnissen vertreten. So überwiegt, wenigstens in den wärmeren Meeren, die *Aulacantha scolymantha bathybia* fast regelmäßig an Individuenzahl, ihr am nächsten kommt meistens *Aulographis pandora*, und außerdem finden sich fast stets in ungefähr gleicher Anzahl einige Exemplare von *Aulographonium*, *Auloceros*, *Aulokleptes* und *Aulospathis*.

1) In den Protokollen der Plankton-Expedition werden Schließnetzfänge bis zu 3000 m verzeichnet, welche „*Aulographis*" und „*Aulospathis*" enthielten (IMMERMANN, 1904, S. 80). Doch wird nicht angegeben, ob es sich um vollständige Exemplare oder um Bruchstücke handelt.

Vergleicht man nun weiter die in dieser Tabelle enthaltenen Schließnetzfunde mit den zahlreichen Fängen, welche die Plankton-Expedition mittelst des Schließnetzes und namentlich mittelst weniger tiefgehender Vertikalnetzzüge gemacht hat, so gelangt man zu dem eindeutigen Ergebnis, daß sich innerhalb der Tuscarorenschicht zwei Horizonte unterscheiden lassen, von denen der obere das Gros der großen Aulacanthiden, der untere vorzugsweise die *Aulospathis*-Arten beherbergt.

Zur Bestätigung dieses Satzes soll, in der folgenden Tabelle für diejenigen Arten, welche in der „National"- und „Valdivia"-Ausbeute in größerer Menge vertreten sind[1], die Zahl der Schließnetz- und weniger tiefgehenden Vertikalnetzfänge angegeben werden:

	Schließnetz- und Vertikalnetzfänge innerhalb 1000 m		Schließnetzfänge jenseits 1000 m	
	„National"	„Valdivia"	„National"	„Valdivia"
Aulographis pandora	4	5	—	—
Aulographis stellata	—	1	—	1
Auloceros arborescens (+ spathillaster)	10	3	—	—
Aulokleptes flosculus	7	—	—	—
Aulokleptes ramosus	7	4	—	1
Aulographonium bicorne + indicum (*Aulocoryne candelabrum* IMMERMANN)	3	1	1	1
Aulocoryne zetesios	2[2])	1[3])	—	—
Aulospathis variabilis triodon	—	—	2	3
Aulospathis variabilis diodon	—	—	—	2
Aulospathis variabilis monodon	1	1	—	—
Aulospathis pinus	—	—	—	3
Aulacantha scolymantha bathybia	?[4])	5	—	3

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß thatsächlich *Aulographis pandora*, *Auloceros*, *Aulokleptes* und *Aulographonium* nahezu vollständig oberhalb des 1000 m-Horizontes gefunden werden, während umgekehrt die Formen der Gattung *Aulospathis* hauptsächlich unterhalb desselben vorzukommen scheinen. Ausnahmen dürften nach den übereinstimmenden Befunden beider Expeditionen einerseits die Formen *Aulographonium bicorne + indicum* bilden, welche vereinzelt auch in der unteren Etage vorkommen, andererseits *Aulospathis monodon*, welche im Gegensatz zu den übrigen *Aulospathis*-Arten in den oberhalb des 1000 m-Horizontes gelegenen Schichten heimisch zu sein scheint.

Es mag hier auf die besondere lanzenförmige Gestalt der *monodon*-Stacheln hingewiesen werden (Taf. VII, Fig. 80). Denkt man sich die Umrisse des Weichkörpers durch die Endspathillen und die Spathillen der Seitenäste festgelegt, so ergiebt sich für ersteren eine sehr unebene Oberfläche und damit auch ceteris paribus eine bedeutendere Schwebfähigkeit als beispielsweise für die Weichkörper von *Aulospathis diodon* und *triodon*[5]).

Endlich sei erwähnt, daß auch *Aulacantha scolymantha bathybia*, welche vorzugsweise die Schichten zwischen 400 und 1000 m zu bewohnen scheint, nicht selten unterhalb des 1000 m-

1) Ausgenommen sind *Aulacantha scolymantha typica* und *Aulographis tetrancistra*, welche weiter unten nochmals Erwähnung finden werden.

2) Einschließlich des von IMMERMANN citierten FOWLER'schen Fundes.

3) Tiefsee-Station 66, S. 700—600. Alle anderen Funde stammen aus sehr tiefgehenden Vertikalnetzzugen

4) IMMERMANN unterscheidet nicht zwischen den beiden Unterarten.

5) Die Beschaffenheit der Stacheln und damit der Weichkörperoberfläche entspricht bei *Aulospathis variabilis monodon* im wesentlichen den Verhältnissen, welche eine Varietät des *Aulographonium mediterraneum* zeigt (Taf. VI, Fig. 55).

Horizontes vorkommt. Vermutlich hat diese Form, ähnlich wie die typische *Aul. scolymantha*, ein beträchtliches Steig- und Sinkvermögen, worauf, wie später gezeigt werden soll, auch die Beschaffenheit der Stacheln hinweist.

Die zweite, von mir als Challengeridenschicht bezeichnete Tiefenregion, welche von 50—400 m reicht, enthält verhältnismäßig wenig Aulacanthiden. Sicher kommen in derselben vor *Aulacantha scolymantha typica* (Taf. X, Fig. 101) und *Aulographis tetrancistra* (Taf. I, Fig. 14, 15), beides Formen, welche auch in beträchtlichen Tiefen angetroffen werden und offenbar ein ganz bedeutendes Steig- und Sinkvermögen besitzen.

Bezüglich der typischen *Aulacantha scolymantha* mag darauf hingewiesen werden, daß dieselbe speciell im Golf von Neapel gewöhnlich in der „Tiefe", d. h. 100 m unterhalb der Oberfläche gefischt wird (1905, S. 340, Anm.) und daß sie übereinstimmend damit von der „Valdivia" wiederholt in Planktonfängen aus 0—200 m Tiefe erbeutet wurde. Andererseits fanden sich aber auch Exemplare in Schließnetzfängen vor, welche die Schichten zwischen 1000 und 1700 m deckten. Aehnliche Verhältnisse gelten auch nach den Ergebnissen des „National" und der „Valdivia" für *Aulographis tetrancistra*, und es darf wohl die Vermutung hinzugefügt werden, daß alle Zwergformen in Bezug auf ihre vertikale Verbreitung mit den beiden genannten Formen übereinstimmen.

Die vierte, oberste Schicht, welche von mir als Collidenschicht bezeichnet wird, scheint normalerweise frei von Aulacanthiden zu sein. Nach mündlichen Angaben von Herrn Dr. S. LOBIANCO kommt die typische *Aulacantha scolymantha* im Golf von Neapel bei stürmischem Wetter ausnahmsweise auch an der Oberfläche vor.

Zusammenfassend kann man die vertikale Verbreitung der Aulacanthiden durch folgendes Schema zur Darstellung bringen:

1) Collidenschicht (0—50 m)		Normalerweise keine Aulacanthiden
2) Challengeridenschicht (50—400 m[1])		*Aulacantha scolymantha typica* *Aulographis tetrancistra*
3) Tuscarorenschicht (400—1500 m)	a) *Pandora*-Stufe (400—1000 m)	*Aulographis pandora* *Aulographis stellata* *Auloceros arborescens* *Auloleptes flosculus* *Auloleptes ramosus* *Aulographonium*, mehrere Formen *Aulocoryne zetesios* *Aulospathis variabilis monodon* *Aulacantha scolymantha bathybia*
	b) *Aulospathis*-Horizont (1000—1500 m)	*Aulospathis variabilis diodon* *Aulospathis variabilis triodon* *Aulospathis pinus*
4) Pharyngellenschicht (1500—5000 m)		Nur vereinzelte Aulacanthiden der oberen Horizonte

Zur Systematik der Aulacanthiden. Bezüglich der verwandtschaftlichen Beziehungen der Aulacanthiden zu anderen Tripyleengruppen sei nur hervorgehoben, daß die Beschaffenheit

1) Auf die in den einzelnen Meeresgebieten wahrzunehmenden Unterschiede bezüglich der Grenzniveaux soll hier nicht eingegangen werden. Vergl. den Allgemeinen Teil.

der Hohlstacheln am meisten Anklänge an das Skelett der Aulosphäriden zeigt. Insbesondere kann auf zahlreiche Uebereinstimmungen hingewiesen werden, welche die Radialstacheln der Aulacanthiden, namentlich hinsichtlich der dolden- und ährenförmigen Anordnung der Stacheläste und der Beschaffenheit der Spathillen, mit den entsprechenden Bildungen der Aulosphäriden zeigen. Ich bin geneigt, schon aus diesem Grunde innerhalb der Unterordnung der Phäosphärien die Familie der Aulosphäriden voranzustellen und so direkt den Aulacanthiden anzugliedern. Wie später gezeigt werden soll, sprechen auch andere Gründe für eine derartige Reihenfolge.

Da sich bei zahlreichen jugendlichen Exemplaren aus den Gattungen *Auloceros* und *Aulospathis* eine diametrale Anordnung der erst in geringer Zahl vorhandenen Radialstacheln vorfand (Taf. IX, Fig. 88; Taf. X, Fig. 102 und 103), so ist es vielleicht angezeigt, nochmals auf die äußere Aehnlichkeit hinzuweisen, welche diese jugendlichen Aulacanthiden mit diametral gelagerten Stacheln mit gewissen Acanthometriden aus der Gattung *Acanthochiasma* Krohn aufweisen. Bei der Verschiedenheit der Centralkapseln kann es sich selbstverständlich nur um eine Konvergenzerscheinung handeln.

Innerhalb der Familie der Aulacanthiden hat Haeckel 3 Gruppen von Gattungen unterschieden, von denen die erste weder End- noch Seitenäste, die zweite ausschließlich Endäste und die dritte sowohl End- als Seitenäste aufweist.

Die erste Gruppe enthält die Gattungen *Aulactinium* und *Aulacantha*. Erstere ist von der letzteren durch den Mangel eines Mantels von Tangentialnadeln unterschieden.

Die zweite Gruppe umfaßt die Gattungen *Aulographis* mit einfachen und *Auloceros* mit gegabelten oder mehrfach verästelten Endästen.

Zur dritten Gruppe gehören die Gattung *Aulospathis*, bei welcher die Seitenäste quirlförmig angeordnet sind, und *Aulodendron* mit unregelmäßig zerstreuten Seitenästen.

Zu diesen Gattungen fügte zunächst Fowler (1898) die Gattung *Aulocoryne* hinzu, bei welcher die Radialstacheln am Distalende keulenförmig aufgeblasen sind und zahlreiche feine, zickzackförmige Endäste tragen (Taf. V, Fig. 46).

Während Borgert (Nord. Tripyl., 1901) die Haeckel'sche Einteilung beibehält, hat Immermann, der Bearbeiter der „National"-Ausbeute, eine Revision des Haeckel'schen Systems versucht, indem er einerseits eine Spaltung der offenbar zu weit gefaßten Gattung *Aulographis* vornimmt, andererseits, auf Grund von neu gewonnenen phylogenetischen Vorstellungen, zu einer anderen Gruppierung der Formen gelangt.

Was zunächst die Spaltung der Gattung *Aulographis* betrifft, so scheidet Immermann mit vollkommenem Recht diejenigen Formen aus, welche Fremdkörper, insbesondere Diatomeen-Gehäuse, als Unterlage für die Stachelbildung verwenden. Diese Formen werden in der neuen Gattung *Aulokleptes* zusammengefaßt.

Ferner macht Immermann auf den ziemlich konstanten Unterschied aufmerksam, welcher zwischen den *Aulographis*-Arten mit massiven und denjenigen mit hohlen Endästen besteht. Immermann zieht aus diesem Verhältnis eine weitgehende Konsequenz, indem er 2 weitere Gattungen von der alten Haeckel'schen Gattung *Aulographis* abtrennt, welche sich dadurch von der Stammgattung unterscheiden, daß sich der Hohlraum des Stachelschaftes in die Endäste fortsetzt, nämlich 1) die Gattung *Aulographonium*, in welcher die Arten der Haeckel'schen Untergattung *Aulographonium* mit der Fowler'schen *Aulocoryne zetesios* vereinigt werden, und

2) die Gattung *Aulophyton* mit einer Art, *Aulophyton tetronyx*, welche sich von *Aulographis uncinata* Immermann nur dadurch unterscheiden würde, daß bei ersterer die Terminaläste hohl, bei letzterer solid sind.

Ich möchte zunächst zu diesen von Immermann vorgenommenen systematischen Aenderungen Stellung nehmen. Bezüglich der Abtrennung der Gattung *Auloklepies* schließe ich mich vollkommen Immermann an. Ebenso halte ich es für richtig, daß von der Gattung *Aulographis* die Haeckel'sche Untergattung *Aulographonium* abgespalten wird, jedoch möchte ich die hieher gehörigen Formen lieber nicht in eine so enge Verbindung mit *Aulocoryne zetesios* Fowler bringen, wie es Immermann gethan hat, vielmehr glaube ich, daß die beträchtlichen Habitusunterschiede die Aufstellung zweier besonderer Gattungen, nämlich *Aulographonium* (Haeckel) und *Aulocoryne* Fowler (nec Immermann) nötig machen. Was endlich die Immermann'sche Gattung *Aulophyton* anbelangt, so haben mich meine Beobachtungen, speciell bei *Auloceros*, zu der Ansicht geführt, daß allerdings die hohle, bezw. massive Beschaffenheit der Endäste in vielen Fällen ein konstantes und systematisch wohl verwertbares Merkmal darstellt, daß aber doch auch, wie vom entwickelungsgeschichtlichen und oekologischen Standpunkt aus von vornherein zu erwarten ist, alle möglichen Uebergänge bestehen. Einerseits durchlaufen ja alle massiven Aeste eine hohle ontogenetische Vorstufe, andererseits hängt die Beschaffenheit der Aeste nur davon ab, ob mehr das Prinzip der Materialersparnis oder das Bedürfnis einer vermehrten Festigkeit zur Geltung kommt. Ich kann daher Immermann hinsichtlich der Abtrennung der Gattung *Aulophyton* nicht folgen, möchte vielmehr sein *Aulophyton tetronyx* in der Gattung *Aulographis* und zwar in der *Tetrastyla*-Gruppe unterbringen.

Was nun fernerhin die von Immermann vorgenommene Gruppierung der Gattungen anbelangt, so bin ich zunächst mit der Auffassung nicht einverstanden, daß die Entstehung der Stacheln bei *Auloklepies* unter Zuhilfenahme einer Fremdkörpergrundlage einen primitiven Modus darstellt und daß demgemäß diese Gattung an die Spitze der Aulacanthiden zu setzen ist. Wie ich bereits auseinandergesetzt habe, bin ich im Gegensatz zu Immermann, auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Thatsachen, zu der Ansicht gelangt, daß der an eine Fremdkörpergrundlage sich anknüpfende Bildungsmodus ein durchaus sekundärer ist, daß er bei einer Reihe von anderen Aulacanthiden (*Aulographis pandora*, *Auloceros*, *Aulodendron*) in verschiedenen Abstufungen vorbereitet, bei der Gattung *Auloklepies* aber als einer Gruppe von hochspecialisierten Tiefenformen zur vollkommensten Entfaltung gelangt ist. Ich glaube daher, die Gattung *Auloklepies* nicht an den Anfang stellen, sondern der Gattung *Auloceros* anreihen zu sollen.

Ganz allgemein wird man bei der systematischen Bewertung der verschiedenen Charaktere nur da auf einigermaßen sicherem Boden stehen, wo die Entwickelungsgeschichte mit eindeutigen Thatsachen zu Hilfe kommt. So wird man z. B. auf Grund des ontogenetischen Verhaltens der Radialstacheln den Satz aussprechen dürfen, daß im allgemeinen Formen mit massiven Primär- und Sekundärästen eine fortgeschrittenere Entwickelungsstufe gegenüber den Formen mit hohlen Endbildungen darstellen, und man wird demgemäß berechtigt sein, wenigstens innerhalb engerer Verwandtschaftskreise eine Gruppierung von diesem Gesichtspunkt aus vorzunehmen.

Wo aber die Entwickelungsgeschichte versagt, wird es vielfach mehr oder weniger willkürlich bleiben, ob man diesem oder jenem Stacheltypus einen primitiven oder einen hochspecialisierten Charakter zuschreiben soll. Beispielsweise spricht Haeckel der Gattung *Aulacantha*,

abgesehen von *Aulactinium*, den einfachsten Skelettbau unter allen Aulacanthiden zu und stellt sie demnach an den Anfang der Familie. Geht man indessen davon aus, daß die Dornen der Stacheln von *Aulacantha scolymantha*, worauf namentlich ein Vergleich mit *Aulacantha spinosa* (Taf. X, Fig. 99) und *Aulodendron heteracanthum* (Taf. X, Fig. 92) hinweist, vermutlich nichts anderes als zurückgebildete Stacheläste sind, so kommt man dazu, die Gattung *Aulacantha* zu *Aulodendron* und damit zu der hochspecialisierten Gattung *Aulospathis* in nähere Beziehung zu bringen und sie demnach nicht an den Anfang, sondern an das Ende der Aulacanthiden-Reihe zu stellen.

Im ganzen ist es ja gar nicht die oberste Aufgabe der Systematik, die zunehmende Differenzierung zum alleinigen Ausgangspunkt zu nehmen und bei der linearen Aneinanderreihung der Formen die relative Zahl der primitiven und der specialisierteren Charaktere um jeden Preis in den Vordergrund zu rücken. Ein solches Verfahren würde überall da zu künstlichen Zusammenstellungen führen, wo es sich um Formengruppen handelt, in welchen mehrere divergierende Entwickelungsrichtungen vorliegen. In solchen Fällen handelt es sich in erster Linie darum, diese Hauptdifferenzierungsrichtungen gewissermaßen als Kerne des Systems festzulegen, zweitens ist eine Horizontalprojektion, ein „Grundriß" des Stammbaumes in der Weise zu entwerfen, daß die verschiedenen Formen in natürlicher Weise um die Kerne gruppiert werden, und endlich ist die Verknüpfung der einzelnen Formen mit diesen Kernen, sowie der Kerne unter sich in der einfachst möglichen Weise durch eine lineare Reihenfolge zu veranschaulichen.

Innerhalb der Familie der Aulacanthiden treten nun, was die Ausbildung des Skelettes anbelangt, als Hauptdifferenzierungsrichtungen ohne weiteres diejenigen hervor, die einerseits zur Doldenform, andererseits zur Aehrenform der Stacheln führen. Es wurde schon früher darauf hingewiesen, daß die Ausbildung der beiden extremen Formen mit der Uebernahme von wesentlich verschiedenen Funktionen Hand in Hand geht, insofern die doldenförmigen Stacheln in erster Linie als Träger für das extrakalymmale Sarkodehäutchen dienen, während die ährenförmigen als Stützen für das Ernährungsplasma und gleichzeitig als Schwebeeinrichtungen zu betrachten sind.

Den einfachsten Typen einer Doldenform begegnen wir bei der *Pandora*-Gruppe der Gattung *Aulographis* (Textfig. 8, links). Insbesondere dürften die typischen Exemplare von *Aulographis pandora* mit 3 Terminalzinken den eigentlichen Kern bilden, um welchen sich alle übrigen hieher gehörigen Formen zwanglos gruppieren lassen, und zwar nicht nur vom morphologischen, sondern auch vom physiologischen Gesichtspunkte aus. Bedenkt man nämlich, daß jede Ebene durch 3 Punkte eindeutig bestimmt werden kann, so stellt doch offenbar die dreizinkige Gabel denjenigen Träger dar, der bei geringstem Materialaufwand eben noch die Aufgabe erfüllt, die Oberflächenhaut des Weichkörpers zu stützen. Noch vollkommener ist dies bei der ebenfalls zur *Pandora*-Gruppe gehörigen *Aulographis stellata asteriscoides* der Fall, bei welcher die in vermehrter Zahl vorhandenen Terminaläste an ihren Enden mit den als Haftorgane dienenden Spathillen ausgestattet sind.

Mit der *Pandora*-Gruppe steht die *Tetrastyla*-Gruppe der Gattung *Aulographis* in enger Verbindung, also diejenige Formenreihe, bei welcher die Terminaläste an Stelle der Spathillen

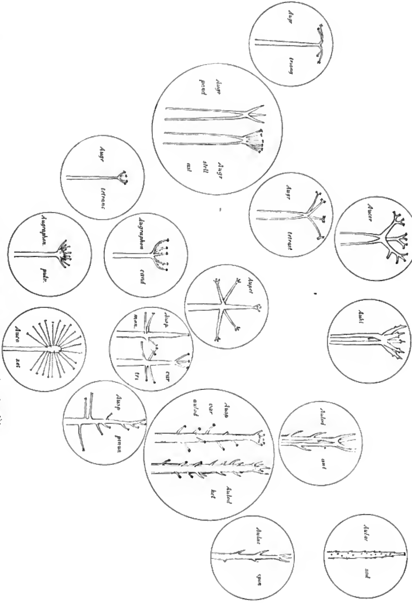


Fig. 8. Horizontalprojektion oder Grundriß des Stammbaumes der Aulacanthiden.

eine deutliche Endgablung aufweisen (Textfig. 8, links), und von hier gelangen wir ohne weiteres herüber zu den Gattungen *Auloceros* und *Aulokleptes* (Textfig. 8, oben).

Weiterhin hängen sich an die *Paudora*-Gruppe einerseits die *Triangulum*- (Textfig. 8, links), andererseits die *Tetrancistra*-Gruppe (Textfig. 8, links unten) der Gattung *Aulographis* an. Mit letzterer steht die Gattung *Aulographonium* in engster Verbindung, insbesondere erinnert das antarktische *Aulographonium anthoides*, abgesehen von der hohlen Beschaffenheit und der feinen Bedornung der Terminaläste, im ganzen Habitus außerordentlich an *Aulographis hexancistra*.

Sowohl die *Candelabrum*- als die *Pulvinatum*-Gruppe der Gattung *Aulographonium* bilden mit verschiedenen Formen (*Au. antarcticum*, *polystylum*) eine Brücke zu der etwas weiter abstehenden *Aulocoryne zetesios* (Textfig. 8, unten), und an die *Candelabrum*-Gruppe lehnt sich außerdem die neue Gattung *Aulopetasus* an (Textfig. 8, Mitte).

In dieser Gegend ist auch der Uebergang zur Gattung *Aulospathis*, insbesondere zu der Kollektivart *Aulospathis variabilis* zu suchen, also zu denjenigen Formen, welche außer einem Terminalquirl noch einen zweiten Quirl von Lateralästen besitzen. Am einfachsten läßt sich wohl die Verbindung zwischen *Aulopetasus* und der *Aulospathis variabilis monodon* (Textfig. 8, Mitte) herstellen, mindestens haben wir es hier mit einer außerordentlich weitgehenden Konvergenzentwickelung zu thun.

Durch *Aulospathis variabilis*, insbesondere durch die Unterart *Aulodendroides*, bei welcher die Aeste des proximalen Quirles auseinandergezogen und auf einen größeren Teil des distalen Stachelabschnittes verteilt sind (Textfig. 8. rechts), nähern wir uns dem zweiten „Kern“, nämlich denjenigen Formen, bei welchen die Radialstacheln mit zahlreichen, auf den distalen Abschnitt mehr oder weniger gleichmäßig verteilten Aesten ausgestattet sind und bei welchen sich in der Regel ein besonderer Endquirl nicht mehr deutlich hervorhebt. Hierher gehört einerseits *Aulospathis pinus* mit seinen nach Größe und Abgangswinkel ganz allmählich gegen das Stachelende zu sich verändernden Aesten (Textfig. 8, rechts, unten). Das eigentliche Centrum des Kernes bilden aber Formen, wie das neue *Aulodendron heteracanthum* (Textfig. 8, rechts), welches eine ziemlich gleichmäßige Verteilung der Aeste zeigt, aber hinsichtlich der Beschaffenheit derselben zwei verschiedene Entwickelungsrichtungen zum Ausdruck bringt. Die proximalen, spathillentragenden Aeste sind den Lateralästen von *Aulospathis*, insbesondere von *Aulospathis variabilis aulodendroides* ähnlich, während die äußeren sich als hohle, schwach gekrümmte Zinken darstellen, welche unmittelbar mit den distalen Dornen von *Aulacantha spinosa* verglichen werden können (Textfig. 8, rechts).

Durch die massive Beschaffenheit der Seitenäste oder besser Seitendornen ist von *Aulodendron heteracanthum* das *Aulodendron antarcticum* unterschieden (Textfig. 8, rechts oben), welches hinsichtlich der Benützung einer Fremdkörpergrundlage und der Art des Dickenwachstums Anklänge an *Aulokleptes* zeigt. Auf der anderen Seite schließt sich an die *Aulacantha spinosa*, namentlich wenn man deren mehr proximal gelegenen dornenähnlichen Seitenäste ins Auge faßt, ohne weiteres die *Scolymantha*-Gruppe der Gattung *Aulacantha* an (Textfig. 8, rechts oben). Die spathillentragenden proximalen Aeste und die spitzigen Endäste von *Aulodendron heteracanthum* und ferner die spitzen Hohläste und die Dornen von *Aulacantha spinosa* stellen eine so kontinuierliche Brücke von den spathillentragenden, hohlen Seitenästen von *Aulospathis* zu den kurzen Dornen von *Aulacantha scolymantha* dar, daß an einer eigentlichen Homologie aller dieser Gebilde nicht gezweifelt werden kann.

So schließt denn die ganze Formengruppe mit derjenigen Art, deren Stacheln bisher als die einfachsten gegolten haben, und welche daher von HAECKEL an den Anfang der Familie gestellt worden ist. Man wird hier die Frage erheben, ob sich diese Vorstellung wirklich begründen läßt und ob von den beiden Haupttypen der Aulacanthidenstacheln nicht die Achrenform als die ursprünglichere der Doldenform voranzustellen wäre. Ich halte diese Frage für eine derjenigen, die ohne paläontologisches Material überhaupt nicht entschieden werden kann und deren Beantwortung stets einer gewissen Willkür unterliegt. Persönlich möchte ich mich für die hier gewählte Reihenfolge, also für die Voranstellung des *Pandora*-Typus deshalb entscheiden, weil das, was bisher aus der Entwickelungsgeschichte der Aulacanthidenstacheln bekannt ist, die Entstehung der *Pandora*-Nadel als einen einfacheren Vorgang erscheinen läßt, gegenüber der Bildung des *Aulacantha*-Stachels, und vor allem, weil die stützende Funktion der Stacheln vermutlich ein ursprünglicheres Attribut derselben darstellt, als ihre Beziehungen zur Schwebefähigkeit.

Eine gewisse Bestätigung für die annähernde Richtigkeit unseres phylogenetischen Grundrisses wird dann vorliegen, wenn auch solche Eigenschaften und Entwickelungstendenzen, welche bei der Anlage des Grundrisses zunächst nicht in Betracht gezogen worden sind, auf bestimmte Stellen des horizontalen Feldes lokalisiert erscheinen. Dies trifft nun thatsächlich für mehrere Merkmale zu. Eine Reihe von Aulacanthiden zeigt z. B. die Neigung, am distalen Ende der Radialstacheln keulen- oder polsterförmige Auftreibungen zu bilden. Teleologisch betrachtet, sind diese Auftreibungen als Postamente für die durch die Terminaläste repräsentierten sekundären Träger zu betrachten, vom ontogenetischen Standpunkt aus handelt es sich, wie die Entstehungsgeschichte der Stacheln lehrt, um eine Art von Hemmungsbildungen. Wir finden nun solche blasenförmige Auftreibungen vorwiegend in den unteren und mittleren Partien des Feldes konzentriert, nämlich in den Gattungen *Aulographonium* (*Pulvinatum*- und *Candelabrum*-Gruppe), *Aulocoryne* und *Aulospathis* (*Aulospathis variabilis bifurca-trifurca*). Mehr vereinzelt treten diese Bildungen allerdings auch an anderen Stellen des Feldes, nämlich in der Gattung *Auloceros* (*Auloceros arborescens trigeminus*) und in etwas anderer Form auch bei einer *Aulodendron*-Art, nämlich bei *Aulodendron pacificum* HAECKEL (Rep., Taf. CV, Fig. 2), auf.

Auch die Neigung zur Einverleibung von fremden Kieselskelettstücken sehen wir in einer zusammenhängenden, von *Aulographis pandora* über *Auloceros* und *Aulokleptes* zu *Aulodendron antarcticum* sich erstreckende Zone hervortreten.

Endlich scheint auch die Zweikernigkeit, soweit das bisher vorliegende Material ein Urteil erlaubt, auf die nebeneinander liegenden Gruppen: *Pandora*-Gruppe, *Tetrastyla*-Gruppe, *Auloceros* und *Aulokleptes* beschränkt zu sein, so daß also auch bei Heranziehung dieses Merkmales eine ähnliche Verteilung der Gruppen sich ergeben würde, wie bei Berücksichtigung der verschiedenen Stacheltypen.

Von unserem Grundriß aus gelangen wir zu folgender, als Schlüssel verwendbaren linearen Anordnung der Genera[1]).

---

1) Nicht enthalten sind in diesem Schlüssel die Gattung *Aulactinium* HAECKEL, von welcher mir kein Material vorgelegen hat, und *Aulophytum* IMMERMANN, welches nach meiner Ansicht in die *Tetrastyla*-Gruppe einzubeziehen ist.

Radialstacheln mit einer Krone von Terminalästen, ohne Lateraläste	Terminaläste einfach zinkenförmig oder mit Endspathillen versehen, höchstens am Ende gegabelt (*Aulographis tetrastyla* etc.)	Terminaläste meist massiv, ohne Seitenzähnchen:	1. *Aulographis* HAECKEL (sensu strict.)
		Terminaläste hohl, mit Seitenzähnchen, astförmig, in beschränkter Zahl (höchstens 25—30, meist beträchtlich weniger):	4. *Aulographonium* (HAECKEL)
		Terminaläste hohl, mit Seitenzähnchen, fadenförmig, in sehr großer Zahl (100—150):	5. *Aulocoryne* FOWLER
	Terminaläste regelmäßig gegabelt oder unregelmäßig verzweigt	Stacheln ohne Fremdkörpergrundlage; Terminaläste massiv, mehr oder weniger regelmäßig gegabelt:	2. *Auloceros* HAECKEL (sensu strict.)
		Stacheln mit Fremdkörpergrundlage; Terminaläste massiv, deutlich geschichtet, mit unregelmäßigen Seitenzinken und Dornen:	3. *Aulokleptes* IMMERMANN
		Stacheln ohne Fremdkörpergrundlage; Terminaläste hohl, am Ende mit regelmäßig angeordneten kurzen Endästchen:	6. *Aulopetasus* V. HAECKER
Radialstacheln mit Terminal- und Lateralästen	Eine terminale Krone ist von den meist quirlförmig angeordneten Lateralästen deutlich abgesetzt; Aeste hohl, spathillentragend:		7. *Aulospathis* HAECKEL [1]
	Es besteht in der Regel kein ausgeprägter Unterschied zwischen Terminal- und Lateralästen. Die Aeste sind ziemlich gleichmäßig über den distalen Stachelabschnitt verteilt und tragen in der Regel keine Spathillen	Die Aeste sind massive, der Stachelwandung gleichsam aufgesetzte, zum Teil spathillentragende Zinken oder Dornen:	8. *Aulodendron* HAECKEL [1] (partim)
		Die Aeste stellen sich bald als hohle Zinken, bald als kleine, mit dem Stachellumen vielfach durch einen feinen Kanal in Verbindung stehende Dornen dar:	9. *Aulacantha* HAECKEL [1]
		Ebenso, aber ohne Tangentialnadeln:	10. *Aulactinium* HAECKEL

1. Gattung *Aulographis* HAECKEL (partim).

Die in der HAECKEL'schen Gattung *Aulographis* zusammengefaßten Formen sind dadurch gekennzeichnet, daß die Radialstacheln am distalen Ende einen Quirl oder eine Krone von einfachen (d. h. nicht gegabelten oder verästelten) Terminalästen tragen. HAECKEL unterschied 26 Species, welche auf folgende 4 Untergattungen verteilt wurden:

1. *Aulographantha*: Terminaläste ohne Endspathillen und ohne Seitenzähne. Typus: *Aulographis pandora* (vergl. Taf. I, Fig. 2 und 3).
2. *Aulographella*: Terminaläste ohne Endspathillen, aber mit seitlichen Zähnen oder Dornen. Typus: *Aulographis flosculus* (Taf. IV, Fig. 38 und 39).

[1] Eine genauere Abgrenzung der Gattungen *Aulospathis*, *Aulodendron* und *Aulacantha* ist auf Grund des vorliegenden Materials nicht durchführbar. Einzelne der von HAECKEL beschriebenen *Aulodendron*-Arten (*indicum* und *atlanticum*) zeigen sehr nahe Beziehungen zu *Aulospathis*, andere weisen einen ausgesprochenen *Aulacantha*-Habitus auf. Es muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, hier die definitive Ordnung zu schaffen.

3. *Aulographidium*: Terminaläste mit Endspathillen, aber ohne seitliche Zähnchen oder Dornen. Typus: *Aulographis tetrancistra* (Taf. I, Fig. 14 und 15).
4. *Aulographonium*: Terminaläste mit Endspathillen und mit zahlreichen seitlichen Zähnchen. Typus: *Aulographis candelabrum* (Haeckel, 1887, Taf. CIII, Fig. 1; vergl. hierzu *Aulographonium bicorne*, Taf. I, Fig. 1).

Borgert (Nord. Trip., 1901) fügte der Gattung *Aulographis* auch noch die Fowler'sche Species *Aulocoryne zetesios* ein (Taf. V, Fig. 46).

Immermann (1904) nahm verschiedene einschneidende Veränderungen der Haeckel'schen Gattung *Aulographis* vor. Zuerst wurden alle diejenigen Species aus derselben herausgenommen, welche Diatomeengehäuse als Grundlagen bei der Stachelbildung verwenden (vergl. Taf. IV). Es sind dies vor allem die 5 zur Untergattung *Aulographella* gehörigen Species, zu welchen wahrscheinlich noch die in der Untergattung *Aulographantha* untergebrachte Species *Aulographis pistillum* Haeckel kommt. Immermann faßt alle diese Formen unter der neuen Gattungsbezeichnung *Aulokleptes* zusammen.

Ich schließe mich diesem Vorgehen Immermann's an, da ich ebenfalls die eigentümliche Art der Nadelbildung unter Benützung eines Fremdkörpers für einen so hervorstechenden Charakter halte, daß mir die Abspaltung der betreffenden Arten und ihre Zusammenfassung in einer besonderen Gattung durchaus gerechtfertigt erscheint. In einem Punkte freilich vermag ich, wie bereits früher hervorgehoben wurde, Immermann nicht zu folgen, wenn er nämlich die Benützung von Diatomeengehäusen bei der Skelettbildung als ein primäres Verhältnis betrachtet und demgemäß die Gattung *Aulokleptes* allen anderen Aulacanthiden und insbesondere auch der revidierten Gattung *Aulographis* voranstellt.

Ein zweiter Eingriff Immermann's in das Haeckel'sche System besteht darin, daß er die verschiedenen Formen der Untergattung *Aulographonium* (Taf. VI, Fig. 50—59) ebenfalls von der Gattung *Aulographis* abspaltet und sie zusammen mit der Fowler'schen Species *Aulocoryne zetesios* in der somit erweiterten Gattung: *Aulocoryne* vereinigt. Diese Gattung *Aulocoryne* würde gegenüber der Gattung *Aulographis* dadurch gekennzeichnet sein, daß sich 1) der innere Hohlraum der Stacheln, ähnlich wie bei der Gattung *Aulospathis*, in die Terminaläste fortsetzt, und daß 2) der Stachel am distalen, die Terminaläste tragenden Ende kolben- oder polsterförmig aufgebläht ist, in ähnlicher Weise, wie dies auch bei einzelnen Formen von *Aulospathis* der Fall ist. Dazu käme noch als weiteres charakteristisches Merkmal die doppelte Bewehrung der Terminaläste sowohl mit Endspathillen, als auch mit rückwärts gebogenen Seitendornen oder Seitenzähnchen.

Ich bin mit Immermann der Ansicht, daß die Gesamtheit der hier angeführten Unterscheidungsmerkmale thatsächlich die Abspaltung der von Haeckel in seiner Untergattung *Aulographonium* vereinigten Formen notwendig macht, dagegen halte ich es, wie ich hier nochmals hervorheben will, nicht für angezeigt, dieselben mit der von Fowler entdeckten *Aulocoryne zetesios* zu vereinigen. Denn wenn auch eine Reihe von Merkmalen, so die kolbenförmige Aufblähung der Stachelenden und die Bewehrung der Terminaläste mit Endspathillen und winzigen Seitenzähnchen, allen diesen Formen gemeinsam sind und thatsächlich auch einige Formen von *Aulographonium*, so namentlich *Aulographonium polystylum* (Taf. XLIII, Fig. 318), Anklänge an *Aulocoryne zetesios* (Taf. V, Fig. 46, und Taf. XLIII, Fig. 316) zeigen, so giebt doch die außerordentlich große

Zahl der blumenstraußartig angeordneten Terminaläste oder besser Terminalfäden und ihr feinwelliger Verlauf der von FOWLER entdeckten Form ein solch eigentümliches Gepräge, daß eine engere Verbindung aller dieser Formen innerhalb einer und derselben Gattung nicht gut mit den sonst in der Radiolariensystematik befolgten Normen im Einklang stehen würde.

Alles in allem halte ich es also für geboten, mit IMMERMANN die Arten der *Candelabrum*-Gruppe von der Gattung *Aulographis* abzutrennen, dieselben aber, im Gegensatz zu IMMERMANN, nicht mit der FOWLER'schen Gattung *Aulocoryne* zu vereinigen, sondern eine eigene Gattung für dieselben aufzustellen, für welche die HAECKEL'sche Subgenus-Bezeichnung *Aulographonium* anzuwenden ist.

Was schließlich die beiden in der Gattung *Aulographis* verbleibenden Untergattungen *Aulographantha* und *Aulographidium* anbelangt, so gleiten dieselben insofern ineinander über, als zwischen der mit zugespitzten Terminalästen versehenen *Aulographis (Aulographantha) stellata* (Taf. I, Fig. 4) und der mit Endspathillen bewehrten *Aulographis (Aulographidium) asteriscus* alle denkbaren Uebergänge nachzuweisen sind (Taf. I, Fig. 5—6). Ein zwingender Grund, die nunmehr enger umschriebene Gattung *Aulographis* in 2 Untergattungen zu zerlegen, liegt also nicht vor, vielmehr genügt es, eine Anzahl von „Formengruppen" innerhalb derselben abzugrenzen.

Für die Gattung *Aulographis* sensu strictiori ergiebt sich nach dem Obigen folgende Diagnose:

„Radialstacheln mit einer Krone von Terminalästen, ohne Lateraläste. Terminaläste einfach zinkenförmig oder mit Endspathillen versehen (selten am äußersten Ende gegabelt), im ausgebildeten Zustand meist massiv, ohne Seitenzähnchen."

a) *Pandora*-Gruppe. Verhältnismäßig große Formen mit 2 Centralkapseln. Radialstacheln mit kurzen, wenig gebogenen Terminalästen, welche entweder spitz auslaufen oder mit kleinen Zackenkronen oder auch mit kleinen Spathillen enden.

Aulographis pandora HAECKEL.

Taf. I, Fig. 2 und 3; Taf. II, Fig. 18; Taf. XLII, Fig. 310—312, 315.

Aulographis pandora HAECKEL, 1887, S. 1577, Taf. CIII, Fig. 2—9; IMMERMANN, 1904, S. 53, Taf. V, Fig. 6.

Radialstacheln im allgemeinen cylindrisch, gegen das distale Ende allmählich verjüngt. Die Stachelwandung gegen das Ende sich verdickend, so daß der Stachelhohlraum spitz-kuppenförmig abschließt. Terminaläste von wechselnder Größe und Zahl, 2—6, gewöhnlich 3 oder 4 schlank-konisch (zinkenförmig), wenig divergierend.

Weichkörper meist ausgesprochen ellipsoidisch, mit regelmäßig zwei Centralkapseln und mehr oder weniger geteiltem Phäodium (Taf. II, Fig. 18).

Länge 2,8—4,2 mm, Breite 2,0—3,4 mm.

Varianten:

Nicht selten sind einzelne Terminalzinken gegabelt (vergl. HAECKEL, 1887, Taf. CIII, Fig. 4). Die betreffenden Radialstacheln erinnern darin einigermaßen an *Auloceros*-Nadeln.

In den südlichen Teilen des Atlantischen Oceans wurden wiederholt Exemplare gefischt, welche eine spindelförmige Auftreibung des distalen Stachelendes aufweisen. Diese besonderen Stachelformen sind so charakteristisch, daß man fast von einer geographischen Unterart sprechen

darf. Auch die in der Antarktis gefundenen *pandora*-Exemplare zeigen Anklänge an diesen Stacheltypus.

Bei einer sehr großen Zahl der in den wärmeren Gebieten des Atlantik und Indik gefischten Exemplare fanden sich zwischen den echten *pandora*-Nadeln vereinzelte, manchmal 4—6 Nadeln von *Aulacantha scolymantha* vor. In den meisten Fällen zeigten diese Nadeln eine radiäre Anordnung und steckten, wie die *pandora*-Nadeln, mit ihrem proximalen Ende im Phäodium. Vereinzelt fanden sich auch *Aulacantha*-Nadeln, welche tangential, bezw. in der Lage von Kreissehnen, im Weichkörper der *Aulographis* steckten. In einem Fall befand sich neben einer *Aulacantha*-Nadel auch ein Stachel von *Aulokleptes ramosus* zwischen den *pandora*-Nadeln und zwar in radiärer Lage. Schon dieser Befund beweist, daß wir bei dem Vorkommen von *Aulacantha*-Nadeln im Weichkörper von *Aulographis pandora* weder an einen Atavismus, noch an Entwickelungsstadien denken dürfen, daß vielmehr die einzig mögliche Erklärung die ist, daß die betreffenden Nadeln von der lebenden *Aulographis* aufgenommen und dem eigenen Skelett einverleibt worden sind. Aehnliche Erscheinungen sind auch bei anderen Aulacanthiden zu beobachten und bilden eine gewisse Analogie zu der Assimilation von Diatomeen-Gehäusen durch die *Aulokleptes*-Arten.

Entwickelung der Stacheln. Als normale Entwickelungsstadien betrachte ich diejenigen Stachelformen, bei denen sich der Hohlraum des Stachelschaftes am distalen Ende erweitert und sich von hier aus in Form eines weiten Kanals auch in die Terminaläste fortsetzt (Taf. XLII, Fig. 311—312). Es entsprechen die betreffenden Bilder vollkommen denjenigen, welche bei *Auloceros* eine genauere Berücksichtigung finden werden. Nicht selten ist auch noch bei ausgebildeten Stacheln innerhalb der Terminaläste ein sehr feiner Achsenkanal wahrzunehmen (Taf. XLII, Fig. 310).

Zu den Entwickelungsstörungen sind zu rechnen die recht häufig beobachteten Knickungen des Stachelschaftes (Taf. XLII, Fig. 315), sowie das Auftreten sehr kurzer Terminaläste, wie sie in ähnlicher Weise auch bei *Aulographis stellata* (vergl. Taf. I, Fig. 7) u. a. beobachtet werden. Auf Grund der bei anderen Aulacanthiden, namentlich bei *Aulospathis* gemachten Beobachtungen bin ich der Ansicht, daß es sich hier nicht um normale Entwickelungszustände, sondern um eine Art von Entwickelungshemmungen handelt, d. h. um eine rudimentäre Ausbildung der häutigen Anlagen der Terminaläste, verbunden mit einer verfrühten Verkieselung.

Fortpflanzung. Da *Aulographis pandora* normalerweise 2 Centralkapseln besitzt, also zu den dicystinen Aulacanthiden gehört, verläuft der Zweiteilungsprozeß in der Weise, daß zunächst eine Vermehrung der Centralkapseln von 2 auf 4 stattfindet, worauf die Durchteilung des Weichkörpers vor sich geht. Eine Reihe von Präparaten ließen die verschiedenen Phasen dieses Vorganges erkennen. Neben der gewöhnlichen Zweiteilung findet auch die als „Koloniebildung" bezeichnete Vermehrungsweise statt. Es wurden Stadien mit 6 bis zu 10 Centralkapseln gefunden.

Fundorte: Mittelmeer, Atlantik, Indik, Pacifik (Haeckel); Nordäquatorial- und Südäquatorialstrom (Schl.-N. 1000—0 m, Schl.-N. 800—600 m und V. 600—0 m; Immermann);

T.-St. 22, 32 (canarische Strömung, V.), 39, 41, 42, 43, 44 (Guineastrom, V.), 46, 49, 50 (Südäquatorialstrom, V.), 54, 55 (Guineastrom, V.), 64, 66 (Golf von Guinea, Schl.-N. 700—600, 500—300), 73, 74 (Benguelastrom, V.), 89 (Benguelastrom, V.; spindelförmige Stacheln), 112

(Agulhasbank, V.), 136 (Antarktis, Schl.-N. 700—470), 139 (Antarktis, V.), 172, 174, 175, 182 (südlicher Indik, V.), 218, 228, 237, 239 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. *Aulographis pandora* ist, wie bereits Haeckel angiebt, eine kosmopolitische (eurytherme) Form und neben *Aulacantha scolymantha* wohl die verbreitetste Aulacanthide. Sie zeigt zahlreiche individuelle Schwankungen in Bezug auf die Ausbildung der Tangentialnadeln und die Größe, Zahl und Divergenz der Terminaläste der Radialstacheln. Abgesehen davon, daß, wie oben erwähnt, im südlichen Teil des Atlantischen Oceans eine wohlcharakterisierte geographische Form vorkommt, welche mit der typischen *pandora* durch verschiedene, in der Antarktis aufgefundene Zwischenstufen verbunden ist, habe ich Unterschiede zwischen den aus den verschiedenen Meeresgebieten stammenden Exemplaren nicht nachweisen können.

Die Vertikalverbreitung von *Aulographis pandora* erstreckt sich, wie ein Vergleich der Ergebnisse der deutschen Plankton- und deutschen Tiefsee-Expedition unter Berücksichtigung der negativen Befunde ergiebt, auf die Schichten zwischen 400 und 1000 m. Sie gehört also der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht an.

Aulographis stellata Haeckel.

Taf. I, Fig. 4—7; Taf. II, Fig. 19; Taf. XLII, Fig. 313—314.

Aulographis stellata Haeckel, Rep., S. 1578, Taf. CIII, Fig. 23, a—c.
? *Aulographis asteriscus* Haeckel, Rep., S. 1581, Taf. CIII, Fig. 24.

Die typische *Aulographis stellata* ist nach Haeckel charakterisiert durch die keulenförmigen, gegen das distale Ende allmählich verdickten Radialstacheln und die zahlreichen (5—10 oder mehr), sternförmig angeordneten, geraden oder leicht gebogenen Terminaläste, welche 3- oder 4mal so lang sind, als die Breite des Stachels beträgt.

Mit dieser Beschreibung stimmt im wesentlichen eine Form überein, welche von der „Valdivia" namentlich in der Antarktis, aber auch in wärmeren Gebieten gefischt wurde. In Bezug auf die Form des Stachelschaftes ist indessen zu bemerken, daß derselbe bei allen mir vorliegenden Exemplaren in der distalen Hälfte nahezu cylindrisch und nur unterhalb der Krone halsartig eingeschnürt ist, so daß das Stachelende eine für diese Form sehr charakteristische kuppenförmige Gestalt besitzt im Gegensatz zu den nach außen ganz allmählich verjüngten Stachelschäften von *Aulographis pandora* (vergl. z. B. Taf. I, Fig. 4 mit Taf. I, Fig. 3). Zu erwähnen ist ferner, daß infolge der gegen das distale Ende zunehmenden Verdickung der Stachelwandung der Stachelhohlraum in charakteristischer Weise das Aussehen eines gotischen Bogens erhält (Taf. I, Fig. 5 u. a.).

Eigentliche Uebergänge zu *Au. pandora* konnten nicht festgestellt werden, es sei denn, daß man *pandora*-Exemplare mit stark divergierenden Terminalästen als solche gelten lassen will.

Die Zahl der Radialstacheln ist, namentlich bei den antarktischen Exemplaren, im Vergleich mit den meisten Exemplaren von *Aulographis pandora* eine außerordentlich große und kann weit über 100 betragen (vergl. Taf. II, Fig. 19 mit Fig. 18).

In Bezug auf die Form des Weichkörpers ist ebenfalls ein Unterschied gegenüber *Aulographis pandora* zu beobachten, insofern derselbe bei *Au. stellata* meist annähernd kugelig,

bei *Au. pandora* gewöhnlich ellipsoidisch ist (vergl. Taf. II, Fig. 19 mit Fig. 18). Der Weichkörper enthält regelmäßig zwei Centralkapseln.

Der Durchmesser des ganzen Tieres (von Stachelkrone zu Stachelkrone gemessen) beträgt 2,5—3,3 mm.

Varianten.

Während *Au. stellata* von *Au. pandora*, mit der sie vielfach den gleichen Aufenthalt teilt, stets ohne weiteres zu unterscheiden ist, kommen, namentlich im nördlichen Indik, Individuen vor, welche einen allmählichen Uebergang zu *Aulographis asteriscus* HAECKEL erkennen lassen. Letztere Form (vergl. Rep., S. 1581, Taf. CIII, Fig. 24) ist nach HAECKEL charakterisiert durch die in der ganzen Länge gleich breiten Radialstacheln, durch die Anordnung der (6—9) um einen Centralast gruppierten, stark divergierenden Terminaläste und durch die sternförmigen, aus 10—20 Zähnchen bestehenden Endspathillen. Nun fischte die „Valdivia" im nördlichen Indik nebeneinander einerseits typische *stellata*-Individuen, welche auf den Terminalästen winzige Zackenkronen tragen, ferner Exemplare, welche immer noch in Bezug auf die Form des Stachelschaftes und die Zahl und Divergenz der Terminaläste das *stellata*-Gepräge zeigen, dabei aber mit ziemlich kräftigen Endspathillen bewehrt sind (Taf. I, Fig. 5), und endlich Exemplare, welche mit winzigen Zackenkronen oder mit Endspathillen versehen sind, dabei aber hinsichtlich der Form des allmählich sich verjüngenden Stachelschaftes sich mehr dem Typus von *Au. pandora* nähern (Taf. I, Fig. 6). Ich möchte für alle diese, hinsichtlich der Beschaffenheit der Terminaläste mit *Au. asteriscus* HAECKEL übereinstimmenden, aber mit *Au. stellata* durch alle Uebergänge verbundenen Formen die Bezeichnung *Au. stellata asteriscoides* vorschlagen.

Normale Entwickelungsstadien von *stellata*-Stacheln wurden nicht gefunden, dagegen verschiedene Abnormitäten, unter anderem die schon von HAECKEL (1887, Taf. CIII, Fig. 23) abgebildeten Stachelformen mit rudimentären Aesten, welche schon oben bei *Aulographis pandora* Erwähnung gefunden haben.

Ein besonderes Interesse bot ein im nördlichen Indik (T.-St. 218) gefischtes Exemplar, welches neben vollkommen typischen *stellata*-Stacheln (Taf. XLII, Fig. 313) mehrere kronenlose, zu mächtigen Keulen aufgetriebene und mit geschichteter Wandung versehene Stacheln enthielt (Taf. XLII, Fig. 314).

Fortpflanzung. Von *Aulographis stellata* stand mir ein sehr reichliches gut konserviertes Material zur Verfügung. Namentlich in der Antarktis fanden sich zahlreiche Teilungsstadien, insbesondere auch Stadien mit 4 Centralkapseln. *Aulographis stellata* hat mir auch das Material für diejenigen Bilder geliefert, welche ich als Phasen der amitotischen Kernfragmentierung (S. 22, Textfig. 5) und der Sporenbildung (S. 23, Textfig. 7) gedeutet habe.

Fundorte: Die bisher bekannten Fundorte der typischen Form sind: Indik, Madagaskar, Oberfläche (HAECKEL); T.-St. 89 (Benguelastrom, V.), 136 (Antarktis, Schl.-N. 700—470), 135, 139, 142, 145 (Antarktis, V.), 151 (Antarktis, Schl.-N. 1600—1000), 218, 239 (nördlicher Indik). Speciell die Unterart *Au. stellata asteriscoides* fand sich, zum Teil neben typischen *stellata*-Exemplaren und durch Uebergänge mit denselben verbunden, in T.-St. 139 (Antarktis, V.), 215, 218, 237, 239 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. *Aulographis stellata* ist vorwiegend in der Antarktis verbreitet und tritt hier teilweise an Stelle der *Aulographis pandora*. Verhältnismäßig häufig tritt *Aulographis stellata*, namentlich in ihrer Unterart *asteriscoides*, auch im nördlichen Indik auf. Einzelne Exemplare dieser letzteren Form wurden übrigens auch in der Antarktis (T.-St. 139) angetroffen, so daß man nicht von einer geographischen Unterart sprechen kann.

In Bezug auf die Vertikalverbreitung zeigt *Au. stellata* offenbar ähnliche Verhältnisse wie *Au. pandora*, d. h. sie dürfte im wesentlichen der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400 bis 1000 m) angehören. Vereinzelt wurden indessen auch Exemplare in größeren Tiefen (T.-St. 151, Schl.-N. 1600—1000) erbeutet.

b) *Tetrastyla*-Gruppe. Große Formen mit meist 2 Centralkapseln. Radialstacheln mit verhältnismäßig langen, mehr oder weniger gebogenen Terminalästen, welche am Ende gegabelt sind und an den Spitzen der Sekundäräste 2—4 Zähnchen tragen.

Au. pentastyla n. sp.

Taf. I, Fig. 8 und 9.

Radialstacheln nahezu cylindrisch, am distalen Ende rasch sich verjüngend, mit allmählich sich verdickender Wandung, im ganzen den Stacheln von *Au. stellata asteriscoides* (Taf. I, Fig. 5) ähnlich. Ein centraler, in der Richtung des Schaftes gelegener, und vier periphere, unter dem Winkel von 120° vom Schaft abgehende, gerade oder leicht nach rückwärts gebogene Terminaläste. Sämtliche Terminaläste sind am äußersten Ende gegabelt und tragen an den Spitzen der kurzen sekundären Aeste je 2—4 nach rückwärts gekrümmte Zähne (Taf. I, Fig. 9).

Bei einem Exemplar (Taf. I, Fig. 8) waren die Terminaläste sehr kurz, in der Mitte gegabelt, und die Enden der sekundären Aeste trugen eine ähnliche Bewehrung, wie die primären Aeste der gewöhnlichen Form.

Weichkörper nierenförmig, mit zwei Centralkapseln.

Länge 3,5 mm, Breite 2,5 mm.

Fundorte: T.-St. 49 (atlantischer Südäquatorialstrom), 223 (nördlicher Indik).

Au. tetrastyla n. sp.

Taf. I, Fig. 10.

Radialstacheln nahezu cylindrisch, gegen das distale Ende allmählich sich verjüngend, mit 3 oder 4, meist vier ziemlich geraden, unter dem Winkel von 120° abgehenden Terminalästen. Dieselben sind, wie bei *Aulographis pentastyla*, am äußersten Ende gegabelt und tragen an den Spitzen der kurzen Sekundärästchen gewöhnlich nur 2 Zähnchen.

Weichkörper nierenförmig, mit zwei Centralkapseln.

Länge 3—3,5, Breite 2,5 mm.

Fundorte: T.-St. 44 (Guineastrom, V.), 64 (Golf von Guinea, V.).

In T.-St. 139 (Antarktis) wurde eine kleine, der *Au. tetrastyla* sehr ähnliche Form gefunden, welche nur 1 mm im Durchmesser hatte und an den Enden der Terminaläste statt der beiden

zweizähnigen Sekundärästchen eine eigentliche Spathille mit 4 kräftigen Zähnen besaß (*Au. tetrastyla antarctica*). Die Stacheln des betreffenden Exemplares zeigten eine noch unvollständige Verkieselung.

Au. arcuata n. sp.

Taf. I, Fig. 11; Taf. IX, Fig. 90.

Radialstacheln cylindrisch mit distad stark verdickter Wandung. 3 Terminaläste, sehr kräftig, im Bau den Terminalästen der beiden vorigen Arten gleichend, aber nach Art der Arme eines Ankers bogenförmig zurückgekrümmt, an ihrem distalen Ende mit 2 sekundären Aesten, welche je 2 kräftige Zähne tragen.

Weichkörper rundlich, im Durchmesser 1 mm betragend. (?) Eine Centralkapsel.

Fundort: T.-St. 173 (südlicher Indik, Schl.-N. 3300—2700, ein unvollständiges Exemplar).

c) *Triangulum*-Gruppe. Kleine Form mit zurückgebogenen, nicht gegabelten Terminalästen.

Au. bicurvata n. sp.

Taf. I, Fig. 12.

Radialstacheln wesentlich derber als bei *Au. triangulum*, distad allmählich verjüngt, mit 3 oder 4 Terminalästen. Die letzteren gehen unter annähernd rechtem Winkel ab, zeigen in den 3 ersten Vierteln eine leichte, gleichmäßige, nach außen konvexe Krümmung und biegen mit dem letzten Viertel unvermittelt nach einwärts ab.

Weichkörper sphärisch bis ellipsoidisch. Es wurden Exemplare mit 1, 3 und 8 Centralkapseln gefunden.

Größter Durchmesser 1,6—2,5 mm.

Fundorte: T.-St. 91 (Benguelastrom, V.) 1 Exemplar mit 3 Centralkapseln, 139 (Antarktis, V., 1 Exemplar mit 8 Centralkapeln), 145 (Antarktis, V., 1 Exemplar mit 1 Centralkapsel), 229 (nördlicher Indik, Schl.-N. 1600—1000).

Au. triglochin HAECKEL.

Taf. XLII, Fig. 303.

Aulographis triglochin HAECKEL, 1887, S. 1578, Taf. CIII, Fig. 17.

„Radialstacheln kräftig, am distalen Ende keulenförmig [oder cylindrisch]. Terminaläste, zu dreien (seltener zu zweien oder vieren), weit divergierend, knieförmig gebogen (geniculated) und zurückgekrümmt, ohne seitliche Zähne und ohne Endspathillen."

Weichkörper rundlich, mit einem Durchmesser von 1,2 mm. ? 1 Centralkapsel.

Fundorte: Ch.-St. 271—274 (centraler Pacifik, HAECKEL), T.-St. 151 (Antarktis, Schl.-N. 1600—1000).

Au. triangulum HAECKEL.

Taf. I, Fig. 13.

Aulographis triangulum HAECKEL, Rep., S. 1880, Taf. CIII, Fig. 15.

Radialstacheln nahezu cylindrisch, von zarter Beschaffenheit, mit 3 oder 4 (nach HAECKEL konstant 3, bei meinen Exemplaren meistens 4) schlanken, leicht gekrümmten, nahezu

tangential abgehenden Terminalästen, welche am Ende eine Spathille von 3 oder (nach HAECKEL) 4 zurückgebogenen Zähnen tragen.

Weichkörper kugelig. Die mir vorliegenden Exemplare besitzen teils eine, teils 2 Centralkapseln.

Durchmesser 1—1,2 mm.

Fundorte: Ch.-St. 289 (südlicher Pacifik); T.-St. 22, 32 (canarische Strömung, V.), 43 (Guineastrom, V.), 218 (nördlicher Pacifik, V., 1 vollständiges Exemplar mit 1 Centralkapsel), 221 (nördlicher Indik, V.), 228 (nördlicher Indik, Schl.-N. 420—350).

Verbreitung. Anscheinend in den wärmeren Meeresgebieten verbreitet und der Challengeridenschicht (50—400 m) angehörend.

d) *Tetrancistra*-Gruppe. Kleine Formen mit korbförmig angeordneten, mehr oder weniger gebogenen, mit Endspathillen versehenen Terminalästen.

Au. tetrancistra HAECKEL.

Taf. I, Fig. 14 und 15.

Aulographis tetrancistra HAECKEL, Rep., S. 1581, Taf. CIII, Fig. 22; BORGERT, Nord. Trip., 1901, S. 6, Fig. 3; IMMERMANN, 1904, S. 56, Taf. V, Fig. 7.

Radialstacheln nahezu cylindrisch, mit 3—6, meist vier leicht gebogenen, korbförmig angeordneten Terminalästen. Dieselben tragen eine Spathille von meistens 4 kräftigen hakenartig nach rückwärts gekrümmten Zähnen.

Bei einem in der Antarktis (T.-St. 149) erbeuteten Exemplar, dessen Phäodium ausschließlich aus dicht gedrängten Diatomeengehäusen bestand, waren die Spathillen besonders kräftig entwickelt und trugen 6—8 starke Zähne (Taf. I, Fig. 14). Auch sonst wurden in der Antarktis vielfach *tetrancistra*-Nadeln mit besonders großen polsterförmigen Spathillen und kräftigen Zähnen gefunden.

Weichkörper kugelig. Die mir vorliegenden Exemplare enthielten teils eine, teils 2 Centralkapseln.

Durchmesser 1,2—1,5 mm.

Fundorte: Ch.-St. 285 (südlicher Pacifik); Irmingersee, Labradorstrom, Sargassosee, Nordäquatorialstrom, Guineastrom, Golfstrom (sowohl in Vertikalnetzfängen aus den Schichten oberhalb des 400 m-Horizontes, als auch in Schließnetzfängen aus 900—1000 m Tiefe; IMMERMANN); T.-St. 22 (canarische Strömung, V.), 44 (Guineastrom, V.), 49, 50 (Südäquatorialstrom V.), 120 (Westwindtrift, Schl.-N. 1500—1000), 135, 149 (Antarktis, V.), 218, 230 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. Weitverbreitete, eurytherme Form, welche vom „National“ nach den Angaben IMMERMANN's namentlich im Labradorstrom in großer Menge gefunden wurde (so einmal 122 Exemplare, und zwar mit dem Vertikalnetz aus 500 m Tiefe). In vertikaler Richtung scheint sich diese Form, ähnlich wie *Aulacantha scolymantha typica*, gleichfalls innerhalb weiter Grenzen bewegen zu können. Jedenfalls kommt sie noch oberhalb des 400 m-Horizontes vor und wurde andererseits auch mit dem Schließnetz aus großen Tiefen heraufgeholt, so daß sie

als pamplanktonische, sowohl die Challengeridenschicht (50—400 m), als auch die *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht bewohnende Form bezeichnet werden kann.

In der Antarktis kommt eine Varietät mit besonders kräftigen, stark bewehrten Spathillen vor. Die vom „National“ im Labradorstrom und in benachbarten Meeresgebieten gefischten Exemplare scheinen dagegen der gewöhnlichen, mit zierlicheren Stacheln ausgestatteten Form anzugehören.

Au. hexancistra Haeckel.

Aulographis hexancistra Haeckel, Rep., S. 1581, Taf. CIII, Fig. 18, 19.

Der vorigen ähnlich, jedoch durch den Besitz von 4—8, gewöhnlich sechs stark divergierenden, nahezu geraden Terminalästen unterschieden, welch letztere Spathillen von 6, seltener 5 Zähnen tragen.

Das mir vorliegende Exemplar unterscheidet sich von der Haeckel'schen Form dadurch, daß die Radialstacheln sich gegen das distale Ende nicht verbreitern, sondern sich allmählich verjüngen. Die Spathillen dieses Exemplares tragen meist 5 periphere und noch 1 oder 2 nach außen gerichtete Zähnchen.

Das einzige Exemplar der „Valdivia“-Ausbeute hat einen Durchmesser von 1,6 mm und enthält eine Centralkapsel.

Fundorte: Ch.-St. 244—253 (nördlicher Pacifik); T.-St. 182 (indischer Südäquatorialstrom, V.).

Au. furcula Haeckel.

Taf. I, Fig. 17.

Aulographis furcula Haeckel, Rep., S. 1580, Taf. CIII, Fig. 10, 11.

Radialstacheln nahezu cylindrisch, mit 2 oder 3 beinahe rechtwinklig gebogenen, im proximalen Abschnitt tangential, im distalen radial verlaufenden Terminalästen, welche eine Endspathille mit meist 4 kräftigen, kreuzweise angeordneten Zähnen tragen.

Zwei mir vorliegende vollständige Exemplare haben einen kugeligen Weichkörper mit einem Durchmesser von 1,2 mm und enthalten eine Centralkapsel.

Fundorte: Ch.-St. 231 (nordwestlicher Pacifik); T.-St. 182 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 218, 223 (Nördlicher Indik, V.).

2. Gattung *Auloceros* Haeckel.

Die Gattung *Auloceros* ist gekennzeichnet durch den Besitz von wenigen, meist zwei oder drei (seltener 4 bis 6) massiven, meist ziemlich regelmäßig dichotomisch verzweigten Terminalästen (Taf. III).

Die Gattung *Auloceros* schließt am nächsten an die *pandora*-Gruppe der Gattung *Aulographis* an. Es ist vor allem daran zu erinnern, daß bei *Aulographis pandora* nicht selten einzelne Terminaläste gegabelt sind (vergl. auch Haeckel, Rep., Taf. CIII, Fig. 1). Auch die Gestalt des Stachelschaftes erinnert an den von *Aulographis pandora*. Die Stachelwandung erfährt nämlich

auch bei *Auloceros* eine allmählich zunehmende, sehr bedeutende Verdickung gegen das distale Stachelende hin, und demgemäß läuft der Stachelhohlraum spitz-kuppenförmig gegen das distale Ende aus (Taf. III, Fig. 24 ff.).

Auch mit der Gattung *Aulokleptes* IMMERMANN zeigt die Gattung *Auloceros* eine große Aehnlichkeit. Wie indessen schon IMMERMANN hervorgehoben hat, besteht ein prinzipieller Unterschied zwischen den beiden Gattungen insofern, als bei *Aulokleptes* die Stacheln Diatomeenschalen einschließen, während bei *Auloceros* eine fremde Stachelgrundlage fehlt.

Man findet übrigens das Verhalten von *Aulokleptes* bei der Gattung *Auloceros* insofern schon angebahnt, als speciell *Auloceros arborescens* in noch ausgedehnterem Maße als *Aulographis pandora* Fremdkörper, und zwar insbesondere Aulacanthiden-Stacheln, dem eigenen Skelette einverleibt. Man sieht die betreffenden Skelettstücke zwischen den *Auloceros*-Stacheln und in der gleichen Anordnung wie diese im Weichkörper stecken: das proximale Ende befindet sich innerhalb des Phäodiums, die Richtung des Schaltes ist eine streng radiäre, und das distale Ende ragt beim konservierten, geschrumpften Tiere mehr oder weniger über die Oberfläche hervor. Nicht selten finden sich neben diesen radiär gerichteten Fremdstacheln auch einzelne, welche innerhalb der peripheren Weichkörperschichten eine tangentiale Lage einnehmen und wohl erst im Begriff stehen, dem Eigenskelett einverleibt zu werden.

Etwa ein Viertel aller von mir genauer untersuchten Exemplare von *Auloceros* hatte Fremdkörper dem Skelett einverleibt. Verhältnismäßig selten fanden sich die großen, schreibfederähnlichen *Rhizosolenia*-Gehäuse, welche bei den örtlich benachbarten *Aulokleptes*-Formen die gewöhnliche Grundlage der Nadeln bilden. In einem Fall wurde ein *Coelodendrum*-Skelett gefunden, welches ganz im Weichkörper von *Auloceros* eingeschlossen war, von welchem ich aber nicht ohne weiteres annehmen möchte, daß ihm die Rolle eines Hilfsskelettes zugedacht war. Letzteres möchte ich dagegen mit Bestimmtheit annehmen für die Stacheln anderer Aulacanthiden, welche in der oben beschriebensn Weise zwischen den *Auloceros*-Nadeln stecken. Es fanden sich bei verschiedenen *Auloceros*-Individuen die Stacheln folgender Aulacanthiden: *Aulacantha scolymantha bathybia* (diese am häufigsten) und *typica*, *Aulacantha spinosa*, *Aulacantha clavata*, *Aulacantha cannulata*, *Aulographis pandora*, *Aulokleptes flosculus pistillum* und *Aulokleptes ramosus*.

In Bezug auf die übrige Organisation von *Auloceros* ist zu erwähnen, daß außer den den Tangentialmantel bildenden feinen Hohlnadeln vielfach noch zahlreiche andere zu finden sind, welche in radiärer Anordnung um die Stacheln herum gelagert sind und auf diese Weise futteralartige Stachelhülsen bilden (Taf. III, Fig. 22 und 23).

Der Weichkörper selbst ist bei den einzelnen Unterarten von verschiedener Gestalt. Die kleineren Formen sind kugelig und enthalten ein rundliches Phäodium mit einer oder mit zwei dicht nebeneinander gelagerten Centralkapseln (Fig. 21 und 23), die größeren Formen dagegen sind ellipsoidisch und weisen meist ein zweiteiliges Phäodium auf, dessen beide Hälften je eine Centralkapsel umschließen (Fig. 22).

Entwickelungsgeschichtliches. Wie ich an anderer Stelle (1905, S. 364 ff.) mitgeteilt habe, hat mir die Gattung *Auloceros* eine verhältnismäßig vollständige, die Entwickelung der Radialstacheln betreffende Reihe geliefert. Die betreffenden Bilder stammen von einer größeren Anzahl von Individuen, welche in Tiefsee-Station 86 und 182 gefischt wurden.

Das jüngste vorgefundene Stadium, das Stadium der Sprossung der häutigen Stachelanlage, ist in Taf. XLIV, Fig. 330 abgebildet. Der Schaft des Stachels zeigt bereits eine beträchtliche Wandverdickung und Verkieselung, dagegen sind die Terminaläste mit ihren eben hervorknospenden Sprossen noch von einer dünnen Haut bedeckt, welche an ihrer Innenfläche eine feine Körnelung, offenbar die erste Andeutung des Verkieselungsprozesses, aufweist.

Frühere Stadien als das eben beschriebene wurden nicht gefunden, sei es, weil sie bei ihrer außerordentlichen Zartheit die mannigfachen Veränderungen, welche die Tiere beim Heraufholen und Konservieren durchmachen, nicht überstehen, sei es, weil die ersten Bildungsprozesse einen sehr raschen Verlauf nehmen. Man ist daher bezüglich der allerfrühesten Stadien auf Vermutungen und Kombinationen angewiesen, und ich schließe mich, namentlich im Hinblick auf die bei den Castanelliden und Challengeriden gemachten Erfahrungen, der Auffassung von Borgert (1900, S. 258) an, nach welchem die Aulacanthidenstacheln als häutige Ausscheidungen des Protoplasmas angelegt werden. Ich möchte im speciellen als Ausgangspunkt eine längsgestreckte, dünnhäutige, wahrscheinlich mit einer gallertartigen Flüssigkeit gefüllte Blase annehmen, und vielleicht hat Immermann (1904, S. 28) recht, wenn er sich eine solche erste Anlage als eine in die Länge gezogene „Vakuole" vorstellt. Das oben beschriebene und in Fig. 330 abgebildete Stadium würde dann speciell bei *Auloceros* in der Weise seine Entstehung nehmen, daß das distale Ende der häutigen Anlage noch vor Beginn der Verkieselung in regelmäßiger Weise zu sprossen und sich zu verzweigen beginnt.

Bezüglich der folgenden Stadien ist vorauszuschicken, daß bei weiterem Wachstum der Sprossen die letzten Endverzweigungen eine außerordentlich zarte und zerbrechliche Beschaffenheit haben und daß man daher in den zunächst folgenden Stadien die Spitzen der Zweige nahezu stets abgebrochen findet. Ferner ist zu erwähnen, daß die einzelnen Prozesse nicht immer eine ganz bestimmte Reihenfolge einhalten, sondern gegeneinander Verschiebungen erleiden, so daß sich die Bilder nicht ohne weiteres aneinander reihen lassen.

Als allgemein giltiger Vorgang ist in erster Linie hervorzuheben, daß der Verkieselungsprozeß nicht, wie nach Fig. 330 zu erwarten wäre, gleichmäßig vom Schaft in die Hauptäste und von hier in die sekundären und tertiären Verzweigungen fortschreitet, vielmehr bleiben ganz allgemein die Spitze des Schaftes und die Gabelungsstellen der Terminaläste hinsichtlich der Wandverdickung und Verkieselung zurück. So sieht man denn das distale Stachelende noch mit einem weiten Hohlraum versehen und von der ursprünglich dünnen Haut umgeben, während in den Hauptästen bereits eine körnige Masse, als Vorstufe der sekundären Verkieselung, den ganzen Hohlraum bis auf einen feinen, an der Basis erweiterten Centralkanal ausfüllt (Fig. 331), und ebenso bleiben an den Gabelungsstellen der Terminaläste überall noch weite Hohlräume ausgespart, während die Verästelungen im übrigen großenteils schon homogen verkieselt sind (Fig. 332—334).

Zweitens ist allgemein zu bemerken, daß wenigstens bei den stärkeren und reichlicher verzweigten Radialstacheln der Verkieselungsprozeß sich im ganzen in zwei Etappen abspielt. Wie speciell in Fig. 333 zu sehen ist, scheidet sich zunächst auf Grund einer primären Verkieselung eine äußere primäre Rinde ab (*p*), sodann werden die Spitze des Schaftes und die weiten Kanäle der Terminaläste (*ck*) von einer körnigen Masse, der Vorstufe der sekundären Verkieselung,

ausgefüllt. Diese sekundäre Füllmasse wölbt sich über das Stachellumen in Form eines gotischen Spitzbogens herüber und läßt in der Achse der Haupt- und Nebenäste zunächst noch einen feinen Centralkanal frei (Fig. 333 *ck*). Schließlich findet dann die Homogenisierung der sekundären Füllmasse statt, wobei jedoch immer noch der Centralkanal der Terminaläste eine Strecke weit erhalten bleiben kann (Fig. 334—335), um sich erst später vollständig zu schließen.

Während sich diese Prozesse in der Gegend der Stachelspitze und der ersten Gabelung abspielen und während an den sekundären und tertiären Gabelungsstellen immer noch die erwähnten Höhlungen und die Centralkanäle der feineren Verästelungen offen stehen (Fig. 333 und 334), findet auch die Bildung der Spathillen statt.

Im Prinzip sind hier die nämlichen Erscheinungen wie an den Gabelungsstellen der Terminaläste wahrzunehmen, wie denn auch die Häkchen der Spathillen gewissermaßen als äußerste Endverzweigungen des Stachels aufzufassen sind, was ja schon aus der vergleichenden Betrachtung anderer Aulacanthidenstacheln, insbesondere derjenigen von *Aulographis pentastyla* und *tetrastyla* (Taf. I, Fig. 8—10), hervorgeht. Die erste Anlage der Spathillen erscheint als ein dünnhäutiges Bläschen, dessen Hohlraum mit dem Achsenkanal des Endzweiges im Zusammenhang steht (Fig. 333) und welches als Homologon der an den unteren Gabelungsstellen ausgesparten Hohlräume erscheint. In etwas späteren Stadien sind dann bereits die Häkchen der Spathillen, und zwar zweifellos als Ausstülpungen jenes Endbläschens, zur Anlage gelangt, und da ihre Verkieselung früher erfolgt als die des Endbläschens — ebenso wie ja z. B. die Verkieselung der Hauptäste derjenigen des Schaftendes vorangeht (Fig. 333) —, und da ferner die Membran des Endbläschens außerordentlich dünn und infolge ihrer Durchsichtigkeit nur schwer erkennbar ist, so stellen sich die Häkchen gewöhnlich als keilförmige Körnchen dar, welche scheinbar zusammenhanglos um die Spitzen der Endverzweigungen gruppiert sind (Fig. 334). In manchen Fällen erscheint das Endbläschen nicht kugelförmig, sondern mehr wie eine weitklaffende kraterförmige Spalte, deren Rande die Häkchenanlagen aufsitzen (Fig. 335).

Alles in allem stellt also die Stachelbildung speciell von *Auloceros* keinen einfachen Abscheidungsprozeß dar, wie dies z. B. nach der bekannten Dreyer'schen Hypothese anzunehmen wäre, sondern wir haben es mit einem komplizierten Lebensvorgang zu thun, welcher sich aus einer ganzen Reihe von Wachstums-, Sprossungs- und Sekretionsprozessen zusammensetzt, und bei welchem insbesondere die Verkieselung als ein stufenweise von außen nach innen fortschreitender Vorgang erscheint.

Ueber die Gesamtentwickelung und Fortpflanzung der *Auloceros*-Arten kann ich nur wenige Aussagen machen. Wiederholt habe ich kleine, einen Durchmesser von etwa 1 mm besitzende Individuen von *Auloceros arborescens birameus* aufgefunden, welche einige wenige diametral gelagerte Stacheln aufweisen, wie dies in ähnlicher Weise bei jugendlichen *Aulospathis*-Individuen der Fall ist (Taf. X, Fig. 102). Wie bereits bemerkt wurde, enthalten die größeren Formen von *Auloceros* normalerweise zwei Centralkapseln (Taf. II, Fig. 22 und 23), sind also ebenso wie *Aulographis pandora* u. a. dicystin. Nach den mir vorliegenden, allerdings nur wenigen Präparaten scheinen sich auch die Vermehrungsvorgänge bei diesen dicystinen *Auloceros*-Formen in ähnlicher Weise wie bei *Aulographis pandora* abzuspielen, wie denn überhaupt zwischen *Auloceros* und *Aulographis pandora* bezüglich des ganzen Habitus und der Lebensverhältnisse eine weitgehende Uebereinstimmung besteht.

Was die Systematik der zur Gattung *Auloceros* gehörenden Formen anbelangt, so hat Haeckel 2 Untergattungen unterschieden. Die eine Untergattung, *Auloceraea*, umfaßt die Formen, deren Endäste spitz verlaufen und also nicht mit einer Endspathille, d. h. einem Kranz von radiär gestellten Zähnchen, enden, die andere, *Auloceratium*, begreift diejenigen Formen in sich, deren Endverzweigungen eine Spathille tragen. Die erste Untergattung enthält 5, die zweite 3 Arten.

Immermann läßt es dahingestellt sein, ob eine Spaltung der Gattung in die beiden Untergattungen in der von Haeckel angenommenen Weise durchführbar ist, denn die Spathillen können, wie Immermann fand und wie ich vollkommen bestätigen kann, an den Stacheln desselben Individuums einen sehr verschiedenen Ausbildungsgrad zeigen. Es können nebeneinander Stacheln mit unverkennbaren Hakenkränzen auftreten und solche, an denen die letzteren nur durch wenige winzige Zähnchen angedeutet sind. Auch in Bezug auf die Zahl der Verzweigungen lassen, wie schon Immermann gezeigt hat, die einzelnen Stacheln eines und desselben Individuums weitgehende Verschiedenheiten erkennen, so daß auch dieses Moment nicht zur Trennung und Charakterisierung der Form benützt werden kann. So ist Immermann schließlich dazu gelangt, die Art und Weise, wie die Teilung der Aeste erfolgt, als systematisches Kriterium zu benutzen. Er unterscheidet demnach, auf Grund seines nicht sehr reichlichen Materials, 2 auch geographisch getrennte Species bezw. Formen, von denen die eine, *Auloceros spathillaster* (Haeckel) var. *birameus* Immermann, schlank gebaute Aeste besitzt, deren tertiäre und sekundäre Verzweigungen jederseits annähernd in der gleichen Ebene liegen (vergl. Taf. III, Fig. 24—25), während die andere, *Auloceros arborescens* (Haeckel) var. *dichodendrum* Immermann, durch etwas derbere und kürzere Aeste ausgezeichnet ist, und ferner dadurch, daß die aufeinander folgenden Astteilungen nicht in derselben Ebene liegen (Taf. III, Fig. 26). Erstere Art fand sich in der Irmingersee, im Labradorstrom, im nördlichen Aequatorialstrom und Golfstrom, also im ganzen mehr in den nördlichen Gebieten des Atlantik, letztere im nördlichen und südlichen Aequatorialstrom, also in den tropischen Teilen des Atlantik.

Auf Grund des außerordentlich reichen *Auloceros*-Materials, welches die „Valdivia" Station für Station gefischt hat, möchte ich in erster Linie feststellen, daß eine wirklich scharfe Artabgrenzung innerhalb dieser Gattung undurchführbar ist, daß sich vielmehr zwischen sämtlichen geographischen Formen Uebergänge nachweisen lassen. Immerhin läßt sich zeigen, daß die zahlreichen Varietäten um eine Anzahl gut charakterisierter Typen oder Kerne gruppiert werden können, und daß sich diese Haupttypen besonders deutlich hervorheben, wenn man nicht bloß die Beschaffenheit der Radialstacheln, sondern auch andere Merkmale, insbesondere Größe und Beschaffenheit des Weichkörpers, Ausbildung der Tangentialnadeln, Zahl und Lage der Centralkapseln und Anordnung des Phäodiums in Betracht zieht. Von diesen, am besten als Unterarten einer einzigen Großart zu bezeichnenden Typen entsprechen zwei, sowohl bezüglich der Verzweigungsweise der Stacheln, als auch hinsichtlich der geographischen Verbreitung, sehr gut den beiden Immermann'schen Species.

Verfolgt man die Route der „Valdivia", so findet sich nördlich des Aequator, im Golfstrom, canarischen Strom, Guineastrom und Südäquatorialstrom, vereinzelt eine Form, welche hinsichtlich der Stachelform recht gut dem Immermann'schen *Auloceros spathillaster* var. *birameus* entspricht, und die ich als *Auloceros arborescens birameus* (Immermann, emend.) bezeichnen möchte.

Die Stacheln besitzen fast durchweg 2 gestreckte, in fast tangentialer Richtung ausladende Terminaläste, welche sich gewöhnlich 2mal dichotomisch teilen und deren Verzweigungen keine oder nur sehr schwach ausgebildete Zackenkronen, seltener eigentliche Spathillen tragen (Taf. III, Fig. 24). Daneben kommen auch vereinzelte Stacheln mit 2 oder 3 steileren, ein- oder zweimal gegabelten Aesten vor (Taf. III, Fig. 25), also Stacheltypen, wie sie bei den HAECKEL'schen Formen *furcosus* und *cervinus* (Rep., Taf. CII, Fig. 2—6 und 9—10) zu finden sind. Der Weichkörper dieser hauptsächlich nördlich des Aequators verbreiteten Form hat eine rundliche Gestalt, besitzt einen Durchmesser von nur etwa 2 mm, einen spärlich entwickelten Tangentialmantel und eine einzige Centralkapsel (Taf. III, Fig. 21).

Vom Gebiet der canarischen Strömung an bis in dasjenige des Südäquatorialstromes, namentlich häufig im Guineastrom, findet sich eine zweite Form, deren Radialstacheln mit denjenigen des IMMERMANN'schen *Auloceros arborescens dichodendrum* übereinstimmen dürften (vergl. IMMERMANN, 1904, Taf. V, Fig. 11). Die Stacheln tragen 2 oder 3 Terminaläste, welche unter etwas mehr als einem rechten Winkel divergieren, verhältnismäßig kurz und stämmig sind und sich mehrmals gabeln. Die Endäste sind mit Spathillen von sehr verschiedener Stärke und Ausbildung ausgestattet (Taf. III, Fig. 26 und 27). Der Weichkörper ist ellipsoidisch oder nierenförmig, besitzt einen größten Durchmesser von 4—4,5 mm, einen sehr dichten Mantel von Tangentialnadeln, regelmäßig zwei Centralkapseln und fast stets 2 deutlich getrennte Phäodien (Taf. III, Fig. 22).

Vom Benguelastrom an stieß die „Valdivia" auf eine dritte Form, welche in vieler Hinsicht mit dem HAECKEL'schen *Auloceros elegans* übereinstimmt (vergl. Rep., Taf. CII, Fig. 1) und als *Auloceros arborescens subelegans* bezeichnet werden soll. Die Radialstacheln tragen drei oder vier, seltener 2, sehr flach abgehende Terminaläste, welche keine reichliche Verzweigung aufweisen (Taf. III, Fig. 29—30). Der Weichkörper nähert sich der Kugelform, hat einen Durchmesser von etwa 2,5 mm, besitzt einen ziemlich dichten Mantel von Tangentialnadeln und meistens ein einziges Phäodium mit 2 dicht nebeneinander gelagerten Centralkapseln (Taf. III, Fig. 23).

Das Verbreitungsgebiet dieser Form erstreckt sich bis in die Antarktis. Neben ihr findet sich aber in der Antarktis eine vierte Form, deren Radialstacheln meist drei derbe und kurze Terminaläste mit besonders reichlicher Verzweigung aufweisen (Taf. III, Fig. 31). Der Weichkörper ist verhältnismäßig zart und arm an Tangentialstacheln und war in den meisten Fällen zerrissen, so daß die Zahl und Anordnung der Centralkapseln nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Ich will diese Form *Auloceros arborescens irregularis* nennen.

Beim Eintritt in den Indik stieß die „Valdivia" ungefähr vom indischen Südäquatorialstrom an aufs neue auf *Auloceros arborescens dichodendrum* (Taf. III, Fig. 33), und diese Varietät überragte namentlich in den äquatorialen Gebieten des Indik die anderen Typen ebenso an Individuenzahl, wie in den entsprechenden Gebieten des Atlantik. Im indischen Nordäquatorialstrom trat dann wieder *Auloceros arborescens birameus* in typischen Exemplaren hinzu (Taf. III, Fig. 34 und 35).

Eine fünfte Form, welche keine deutliche geographische Begrenzung aufweist, muß noch erwähnt werden. An zwei Stellen der Antarktis und einmal im nördlichen Indik wurden Exemplare einer Varietät erbeutet, welche durch das aufgeblasene distale Stachelende ausgezeichnet

ist und in dieser Hinsicht an manche *Aulospathis*-Formen erinnert (Taf. III, Fig. 28 und 32; Taf. XLII, Fig. 301). Auch bezüglich der außerordentlichen Mächtigkeit der Stachelwandung zeigen sich Anklänge an *Aulospathis bifurca*. Wahrscheinlich haben wir es hier mit derselben Form zu thun, welche Haeckel als *Auloceros trigeminus* beschrieben hat. Ich möchte ihr daher die Bezeichnung *Auloceros arborescens trigeminus* beilegen.

Es sei hier noch hinzugefügt, daß die Figuren der Taf. III so angeordnet sind, daß die auf der Route der „Valdivia" hintereinander gefundenen Formen eine zusammenhängende Figurenreihe (Fig. 24—35) bilden. Die im Atlantik beobachteten Formen sind links (Fig. 24 bis 27), die Formen der Antarktis unten (Fig. 28—31) und die des Indik rechts abgebildet (Fig. 32—35).

Die Habitusbilder der mittleren Kolonne (Fig. 21—23) entsprechen jeweils den unmittelbar benachbarten Stacheltypen: Fig. 21 entspricht den Figg. 24, 25, 34, 35; Figg. 22 den Fig. 26, 27, 33; Fig. 23 den Figg. 29 und 30.

Au. arborescens (Haeckel).

Taf. III; Taf. X, Fig. 102; Taf. XLII, Fig. 301.

Radialstacheln nahezu cylindrisch, gegen das distale Ende hin meistens etwas verjüngt. Die Stachelwandung zeigt im distalen Stachelabschnittt eine allmählich zunehmende, sehr bedeutende Verdickung, so daß der Stachelhohlraum gegen das Ende spitz-kuppenförmig ausläuft.

Meist zwei oder drei, seltener 4—6 kompakte, gewöhnlich ziemlich regelmäßig dichotomisch verzweigte Terminaläste, welche bald mehr tangential, bald steiler vom Stachelende ausgehen. Endverzweigungen bald zugespitzt (Taf. III, Fig. 24), bald mit kleinen Zackenkronen (Fig. 29) oder mit wohlausgebildeten Spathillen (Fig. 31) ausgestattet.

Die Tangentialnadeln zeigen ein sehr verschiedenes Ansehen. Bei vielen Exemplaren sind außer einem dichten Filz von Tangentialnadeln Stachelhülsen ausgebildet (Fig. 22 und 23).

Der Weichkörper zeigt eine ellipsoidische, nierenförmige oder kugelige Form und eine sehr verschiedene Größe. Der längste Durchmesser des (konservierten) Weichkörpers schwankt, abgesehen von einigen sehr kleinen, als Jugendformen anzusehenden Exemplaren, zwischen 1,8 und 4,5 mm.

Die Zahl der Centralkapseln beträgt bei einer Unterart regelmäßig eine, bei anderen zwei. In letzterem Fall sind entweder beide Centralkapseln dicht nebeneinander in einem einzigen Phäodium eingebettet (Fig. 23), oder es sind 2 mehr oder weniger getrennte Phäodien vorhanden (Fig. 22). Da die letztgenannten Anordnungsweisen der Centralkapseln und Phäodien mit bestimmten Modifikationen des Skelettes und des ganzen Habitus regelmäßig Hand in Hand gehen, so handelt es sich nicht um Teilungsphasen, sondern um dicystine Zustände bestimmter Varietäten und Unterarten.

Es sind in der „Valdivia"-Ausbeute 5 durch Uebergänge verbundene Unterarten zu unterscheiden:

a) *Au. arborescens birameus* (Immermann).

Taf. III, Fig. 21, 24—25, 34—35; Taf. X, Fig. 102.

Aulocerus spathillaster (Haeckel) var. *birameus* Immermann, 1904, S. 51, Taf. V, Fig. 10.

Meist zwei (selten 3) stark tangential abgehende, verhältnismäßig lange, in der Regel zweimal gegabelte Terminaläste. Spathillen fehlen (Fig. 24—25) oder sind schwach entwickelt (Fig. 34—35).

Einzelne Radialstacheln tragen auch 2 oder 3 steilere, ein- oder zweimal gegabelte Aeste (Fig. 25), welche an die Stacheln der Haeckel'schen Formen *furcosus* und *cervinus* (Rep., S. 1583 f., Taf. CII, Fig. 2—6, 9—10) erinnern.

Der Weichkörper zeigt nur spärliche Tangentialnadeln, ist von rundlicher Form und besitzt einen Durchmesser von 1,8—2,2 mm. Eine Centralkapsel (Fig. 21). Einzelne jugendliche Individuen mit diametral gelagerten Radialstacheln besaßen einen Durchmesser von nur 1 mm.

Fundorte: Irmingersee, Labradorstrom, Sargassosee, Golfstrom, nördlicher Aequatorialstrom (V. und Schl.-N. aus verschiedenen Tiefen; Immermann); T.-St. 14 (Golfstrom, V.), 22 32 (canarische Strömung, V.), 40 (Guineastrom, V.), 49 (Südäquatorialstrom, V., Jugendformen, Taf. X, Fig. 102), 90 (Benguelastrom, V., Jugendformen), 218, 239, 240, 268 (nördlicher Indik).

Verbreitung. Die Ansicht Immermann's (1904, S. 70), daß die vorliegende Form mit Vorliebe in kälteren Strömungen heimisch ist, wird durch die Befunde der „Valdivia“ nicht bestätigt. Vielmehr scheinen ihr eigentliches Wohngebiet die wärmeren Meeresteile zu sein, und von hier aus dürften auch die im Norden des Atlantik gelegenen Mischgebiete besiedelt sein. Bezüglich der Vertikalverbreitung läßt sich wohl nach den Ergebnissen der Plankton-Expedition sagen, daß *Au. arborescens birameus* vorwiegend in der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400—1000) vorkommt, aber nicht selten auch noch oberhalb des 400 m-Horizontes angetroffen wird.

Da gerade bei dieser Form wiederholt eine mehr oder weniger diametrale Lagerung der Radialstacheln zu beobachten ist (Taf. X, Fig. 102), in ähnlicher Weise, wie bei zweifellos jugendlichen *Aulospathis*-Individuen, da ferner nur wenig Radialstacheln und stets nur eine Centralkapsel vorhanden sind, so könnte man zur Annahme gelangen, daß es sich bei dieser Variante um ein jüngeres Entwickelungsstadium eines anderen Typus handelt. Indessen scheint mir ihre immerhin recht charakteristische geographische Verbreitung mit dieser Annahme nicht im Einklang zu stehen, vielmehr bin ich überzeugt, daß auch diese Form den Wert einer ziemlich selbständigen Unterart besitzt.

b) *Au. arborescens dichodendrum* (Immermann).

Taf. III, Fig. 22, 26—27, 33.

Aulocerus arborescens Haeckel, Rep., S. 1585, Taf. CII, Fig. 11, 13.
Aulocerus arborescens var. *dichodendrum* Immermann, 1904, S. 51, Taf. V, Fig. 11, 12.

Zwei oder drei kurze, stämmige Terminaläste, welche miteinander einen Winkel von etwas mehr als einem Rechten bilden und sich ein- bis dreimal gabeln. Spathillen von verschiedener Ausbildung, doch meist kräftiger als bei voriger Form entwickelt (Fig. 26 und 27).

Der Weichkörper besitzt einen sehr dichten Mantel von Tangentialnadeln und meist wohlausgebildete Stachelscheiden. Er hat eine ellipsoidische oder nierenförmige Gestalt, besitzt eine Länge von 4—4,5 und eine Breite von 3—3,5 mm und enthält zwei Centralkapseln in zwei deutlich getrennten Phäodien.

Fundorte: Nördlicher und südlicher Aequatorialstrom (V., Immermann); T.-St. 22 (canarischer Strom, V.), 40, 55 (Guineastrom, V.), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 64 (Golf von Guinea, V.), 182 (ind. Südäquatorialstrom, V.), 190, 207, 214, 215, 218, 231, 239 (nördl. Indik, V.)

Verbreitung: Ausgesprochene Warmwasserform und nach den Befunden der Plankton-Expedition (0—1000, 600—700, 0—600 m) offenbar, wie die vorige, Bewohnerin der *pandora*-Stufe (400—1000 m).

c) *Au. arborescens subelegans* n. subsp.

Taf. III, Fig. 23, 29—30.

? *Aulocerus elegans* Haeckel, Rep., p. 1584, Taf. CII, Fig. 1.

Meist drei oder vier, seltener 2, gestreckte, mehr oder weniger tangential abgehende Terminaläste, welche sich meist zweimal gabeln und an den Endästen kleine Spathillen tragen (Fig. 29—30). Sie stimmen im wesentlichen mit den Radialstacheln von *A. elegans* Haeckel überein, auch darin, daß sie, infolge starker Schrumpfung des meist kugeligen Weichkörpers, sehr stark über die Weichkörperoberfläche hervorragen. Unterschieden sind sie von den Stacheln des typischen *Au. elegans* hauptsächlich durch ihre größere Länge und Schmächtigkeit und den Besitz von Spathillen.

Der Weichkörper besitzt einen dichten Mantel von Tangentialnadeln, hat eine kugelige oder schwach kugelige Gestalt und (im geschrumpften Zustand) einen durchschnittlichen Durchmesser von 2,5 mm. In den meisten Exemplaren ließen sich zwei, dicht nebeneinander in einem winzigen Phäodium gelegene Centralkapseln nachweisen.

Das von Haeckel bei Ceylon lebend beobachtete Exemplar von *Au. elegans* besaß eine rote Centralkapsel und ein grünes Phäodium.

Fundorte: ? Nördlicher Indik (bei Ceylon, Oberfläche; Haeckel); T.-St. 66 (Golf von Guinea, V.), 74, 89 (Benguelastrom, V.), 135 (Antarktis, Schl.-N. 680—480), 136 (Antarktis, Schl.-N. 700—470), 145, 149 (Antarktis, V. und Schl.-N. 400—1500 m).

Verbreitung: Nach den Befunden der „Valdivia" hauptsächlich in kühleren und kalten Meeresgebieten, wo diese Form allmählich an Stelle des *Au. arborescens dichodendrum* tritt (isoliert steht der Haeckelsche Befund bei Ceylon da).

Nach den Schließnetzbefunden der „Valdivia" Bewohnerin der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400—1000 m).

d) *Au. arborescens irregularis* n. subsp.

Taf. III, Fig. 31.

Meist drei kurze, derbe, stark divergierende und sehr reichlich verzweigte Terminaläste mit zum Teil kräftigen, zum Teil reduzierten Spathillen (Fig. 31).

Ist von *Au. arborescens dichodendrum*, dem diese Form, abgesehen von der reichlicheren Verzweigung der Terminaläste, hinsichtlich des Skelettbaues sehr ähnlich sieht, unterschieden

durch den viel zarteren, nur mit spärlichen Tangentialnadeln ausgestatteten Weichkörper und durch den Besitz eines ungeteilten Phäodiums. Bei mehreren Exemplaren ließen sich innerhalb des Phäodiums 2 dicht nebeneinander gelagerte Centralkapseln nachweisen.

Der zarte Weichkörper war meist zerrissen. Das einzige annähernd vollständige Exemplar hatte einen Weichkörperdurchmesser von 2 mm.

Fundorte: T.-St. 132, 135, 136, 139 (Antarktis, V. und Schl.-N. 400—1600).

Verbreitung: Bisher ausschließlich im Kaltwasser gefunden, wo diese Varietät die Form *birameus* zu ersetzen und in der *pandora*-Stufe (400—1000) vorzukommen scheint.

e) *Au. arborescens trigeminus* (Haeckel).

Taf. III, Fig. 28, 32; Taf. XLII, Fig. 301.

Aulocerus trigeminus Haeckel, Rep., p. 1548, Taf. CII, Fig. 7.
? *Aulocerus trigeminus* Fowler, 1898, p. 1027, und Borgert, Nord. Trip., S. 8.

Radialstacheln am distalen Ende keulenförmig angeschwollen (auf der Haeckel'schen Abbildung befindet sich diese Anschwellung etwas unterhalb des Stachelendes) und sehr dickwandig.

Zwei oder drei kurze, einmal oder zweimal gegabelte Terminaläste, deren Endäste bald nur mit winzigen Zackenkronen, bald mit eigentlichen Spathillen enden (das Haeckel'sche Exemplar besaß keine Spathillen). Bei mehreren Exemplaren haben sämtliche Radialstacheln nur zwei Terminaläste, welche nicht, wie dies sonst bei zweizinkigen Stacheln der Fall zu sein pflegt, in einer Ebene mit dem Stachelschaft liegen und mit demselben eine Art Gabel bilden, sondern windschief abgebogen sind, wie wenn der dritte Terminalast auch noch vorhanden wäre (Taf. XLII, Fig. 301).

Der Weichkörper besitzt einen ziemlich dichten Mantel von Tangentialnadeln, hat eine rundliche Gestalt und (im geschrumpften Zustand) einen durchschnittlichen Durchmesser von 2 bis 2,5 mm. In 2 Exemplaren fand sich eine Centralkapsel.

Fundorte: Ch.-St. 353 (nördlicher Atlantik); T.-St. 132 (Antarktis, V.), 218, 239 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung: Nach dem bisherigen Material kommt diese Form sowohl in wärmeren als in kalten Meeresteilen vor. Ueber ihre Vertikalverbreitung ist nichts Bestimmtes auszusagen.

3. Gattung. *Aulokleptes* Immermann.

In einer besonderen Gattung *Aulokleptes* faßt Immermann (1903, 1904), wie ich glaube, mit Recht, alle diejenigen der Gattung *Aulocerus* nahestehenden Aulacanthiden zusammen, bei welchen die Grundlage der Stacheln aus Fremdkörpern, und zwar speciell aus Diatomeengehäusen (hauptsächlich aus Schalen von *Rhizosolenia* und *Thalassothrix*, vielleicht auch *Synedra*) besteht und bei welchen außerdem wenigstens die stärkeren Stacheln eine deutlich geschichtete Struktur in ihrer Wandung zeigen. Die hierher gehörigen Formen waren von Haeckel zur Gattung *Aulographis*, und zwar größtenteils zu der Untergattung *Aulographella* gestellt worden.

Ich habe sämtliche von Immermann beschriebenen thatsächlichen Verhältnisse an dem mir vorliegenden Material wiedergefunden, nicht bloß die in den Außenschichten des Weichkörpers abgelagerten freien Diatomeenschalen, welche hier die Rolle der Tangentialnadeln spielen (Taf. IV, Fig. 37), sondern auch die in die Stacheln eingeschlossenen Gehäuse mit ihren Spiralen, Felderungen und anderen charakteristischen Zeichnungen (vergl. besonders Taf. XLIII und XLIV). Ebenso konnten Teilungsstellen, Teilungsnarben und besondere Spitzenmodifikationen in zahlreichen Fällen deutlich unterschieden werden Taf. XLIV, Fig. 326—329). Außer den von Immermann gefundenen Fremdkörpern fand ich noch als Einschlüsse Stacheln von *Aulacantha* und *Aulographonium* vor (Taf. IV, Fig. 44 und 45).

Außer der Benutzung der Fremdkörpergrundlagen und außer der deutlich lamellösen Struktur der Stachelwandung ist für die hierher gehörigen Arten besonders charakteristisch der große Formenreichtum, welchen, wie schon Immermann hervorgehoben hat, in vielen Fällen die Stacheln eines und desselben Individuums zeigen. Es sei z. B. auf die Fig. 37 der Taf. IV verwiesen, in welcher namentlich die beiden nach links und rechts gerichteten Radialstacheln eine außerordentliche Verschiedenheit erkennen lassen.

Vielfach sind die verschiedenen Stacheln eines und desselben Individuums durch alle möglichen Uebergänge miteinander verbunden, wie denn z. B. die 5 in Taf. XLIII, Fig. 321 bis 325 abgebildeten Radialstacheln sämtlich von dem nämlichen Individuum stammen. Beim Anblick derartiger Reihen wird man zunächst zu der Vermutung geführt, daß die einfacheren Stachelformen die ontogenetischen Vorstufen der komplizierteren darstellen, und in der That ist denn auch Immermann im Hinblick auf diese Verhältnisse und auf die lamellöse Struktur der derberen Stachelformen zu der Auffassung gelangt, daß die einfacheren und schwächeren Stachelbildungen auf Grund einer oberflächlichen Apposition von immer neuen Kiesellamellen sich in solche mit komplizierteren und kräftigeren Verzweigungen umwandeln, daß also ein von innen nach außen gerichtetes Dickenwachstum der Stacheln stattfinde. Im speciellen stellte Immermann folgende Hypothese auf: nach erfolgter Einstellung des Diatomeengehäuses in die Richtung eines Pseudopodiums soll die Bildung des Radialstachels in der Weise erfolgen, daß das vor- und zurückfließende Pseudopodium jedesmal, wenn es eingezogen wird, sich mit seinem Oberflächenhäutchen an das distale Ende der Fremdkörperunterlage anschmiegt und, indem die letztere die Rolle eines Katalysators spielt, jeweils eine neue Kiesellamelle entstehen läßt. Die Entstehung der terminalen Verzweigungen erklärt dann Immermann dadurch, daß beim Einziehen der Pseudopodien unregelmäßige Faltungen des Oberflächenhäutchens entstehen, welche, indem sie erhärten, die Grundlagen für die Astbildungen abgeben.

Unter Zuhilfenahme dieser Hypothesen könnte man in der That geneigt sein, die einfacheren Stachelformen als ontogenetische Vorstufen der komplizierteren aufzufassen. Der in Fig. 42 (Taf. IV) abgebildete Stachel würde danach ein jüngeres Stadium des dem gleichen Individuum entnommenen, in Fig. 43 wiedergegebenen Typus darstellen, und ebenso würde man sich zu denken haben, daß die Figurenreihe 40, 38 und 39 drei aufeinander folgenden Entwickelungsstufen entspricht.

Nun finden sich aber bei *Aulokleptes* neben den verschieden großen, ganz verkieselten Stacheltypen nicht selten halb- oder teilweise verkieselte Stacheln, welche zweifellos als eigentliche Entwickelungsstadien zu betrachten sind.

Diese Jugendstadien beweisen in erster Linie, daß bei *Aulokleptes* der Prozeß der Nadelbildung, abgesehen von der Benützung der Fremdkörpergrundlage, in ganz ähnlicher Weise vor sich geht, wie bei *Auloceros*, und daß insbesondere, wenigstens bei den kleineren Nadelformen, die schichtenweise Ablagerung der Hartsubstanz von außen nach innen und nicht, wie Immermann angiebt, von innen nach außen vor sich geht. Ferner geht aber auch aus diesen Befunden mit größter Wahrscheinlichkeit hervor, daß die sehr einfach gebauten, aber ganz verkieselten Stachelformen, die man in demselben Individuum neben hoch komplizierten Typen antrifft (Taf. IV, Fig. 40, 42), nicht den Wert von ontogenetischen Vorstufen haben, sondern gleichfalls endgiltige Bildungen und demnach nichts weiteres als schwach verkieselte, zum Teil durch die Größe der Fremdkörpergrundlage beeinflußte Stachelvarianten darstellen.

Die betreffenden als Entwickelungsstadien aufzulassenden Bilder sind folgende:

Verhältnismäßig sehr häufig finden sich Stacheln, bei welchen die Verkieselung sich zunächst nur auf die beiden Stachelenden oder noch häufiger nur auf das vordere Stachelende erstreckt, während die Mitte des Schaftes allerdings bereits den endgiltigen Kontur, aber noch ein vollkommen durchsichtiges Ansehen hat. So sehen wir in Fig. 326 (Taf. XLIV) die Achse der Nadelanlage von einem Diatomeengehäuse eingenommen. Um dasselbe herum befindet sich zunächst eine helle Schicht, welche am äußeren Schaltende sehr feinkörnig erscheint, also bereits die bei *Auloceros*-Stacheln nachgewiesene körnige Vorstufe der sekundären Verkieselung erkennen läßt. Diese das Diatomeengehäuse unmittelbar umgebende helle Schicht erstreckt sich einerseits in die axialen Partien der Terminaläste herein, andererseits setzt sie sich als eine vollkommen durchsichtige Scheide von der Dicke der künftigen Stachelwandung über die Schaftmitte fort. Am distalen Stachelende endlich ist diese helle Schicht futteralartig von einer äußeren, bereits vollkommen verkieselten Schicht umhüllt, die mit den schon verhärteten Teilen der Terminaläste in Zusammenhang steht.

Dieses Bild deckt sich, abgesehen von dem Vorhandensein der Fremdkörperunterlage, vollkommen mit den jüngsten Entwickelungsstadien, welche von den *Auloceros*-Stacheln vorliegen (Taf. XLIV, Fig. 330, 331). In beiden Fällen geht die definitive Verkieselung zunächst nur in den äußeren Schichten der Stachelanlage vor sich, und speciell bei *Auloklеptes* besteht daher zwischen der verkieselten primären Rinde und dem axial gelegenen Diatomeengehäuse zunächst noch ein Spaltraum, in welchem in unserem speciellen Fall (Taf. XLIV, Fig. 326) der sekundäre Verkieselungsprozeß eben erst seinen Anfang genommen hat.

Im folgenden Stadium (Taf. XLIV, Fig. 327) ist nun auch der Zwischenraum zwischen der primären Rinde und dem Diatomeengehäuse wenigstens im distalen Stachelabschnitt vollkommen ausgefüllt (sekundäre Verkieselung), und in einer weiteren Phase (Taf. XLIV, Fig. 328) hat sich der Prozeß auch auf die Schaftmitte ausgedehnt, so daß der ganze Stachel nunmehr von einem homogenen Kieselmantel umgeben ist, welcher auch die Diatomeenschale mit sich amalgamiert hat.

Die Figur 326 läßt ferner erkennen, daß auch in den Verzweigungen der Terminaläste der Verkieselungsprozeß einen ähnlichen Verlauf nimmt, wie wir ihn bei *Auloceros* kennen gelernt haben (vergl. Fig. 332—335).

Auf Grund aller dieser, im übrigen sehr häufig auftretenden Bilder bin ich zu folgender Auffassung bezüglich der Stachelbildung bei *Auloklеptes* geführt worden:

Die vom Weichkörper aufgenommene Diatomeenschale wird zunächst von einer Alveole umschlossen, welche samt der sie umhüllenden dünnen Plasmaschicht die „häutige Stachelanlage“ darstellt. Dieselbe treibt in ähnlicher Weise, wie dies bei *Auloceros* der Fall ist, am distalen Ende Sprossen, und nun geht, ebenfalls wie bei *Auloceros*, der Verkieselungsprozeß im wesentlichen in zwei Etappen von außen nach innen vor sich, so daß schließlich das in der Achse gelegene Diatomeengehäuse von demselben erreicht und mit der abgeschiedenen Hartsubstanz amalgamiert wird.

Diese entwickelungsgeschichtlichen Beobachtungen führen nun weiterhin, wie bereits angedeutet wurde, bezüglich des gegenseitigen Verhältnisses der nebeneinander in demselben Individuum auftretenden ganz verkieselten Stacheltypen zu der Auffassung, daß die einfacheren Stachelformen nicht im eigentlichen Sinne des Wortes die ontogenetischen Vorstufen der komplizierteren bilden. Vielmehr stellt jeder einzelne ganzverkieselte Stachel eine endgiltige Bildung dar, und zwar ist seine Form im voraus bedingt durch die Ausdehnung, das Wachstums- und Sprossungsvermögen der betreffenden „häutigen Stachelanlage“. Ist die Sprossung der Stachelanlage auf Grund irgend welcher Einflüsse, vielleicht infolge der geringeren Größe der Fremdkörperunterlage, frühzeitig sistiert worden, so entstehen die einfacheren Stacheltypen; hat dagegen die häutige Stachelanlage vor dem Einsetzen des Verkieselungsprozesses Zeit gehabt, sich reichlicher zu entfalten und zu verzweigen, so kommen die komplizierteren Typen zu stande. Vorausgesetzt wird dabei, daß, wenn einmal die Bildung der primären Rinde abgeschlossen ist, ein weiteres Wachstum und eine weitere Sprossung nicht mehr stattfindet. So möchte ich denn auch vermuten, daß solche Stacheln, bei denen wohl ein dickwandiger Schaft, aber keine Aeste vorhanden sind, keine Anfangsstadien, sondern Verkümmerungsformen darstellen (Taf. XLIV, Fig. 329).

Der Annahme, daß auch die bizarrsten und mächtigsten Stacheln, insbesondere die knospen- oder artischockenähnlichen Formen (Taf. IV, Fig. 43 und 45), von vornherein in ihrer Gestalt durch die Verzweigungsweise der „häutigen Stachelanlage“ bedingt seien, stehen, wie ich glaube, keine erheblichen Schwierigkeiten im Wege, und es scheint mir kaum nötig zu sein, zu der Zusatzhypothese zu greifen, daß bei jenen extremen Stachelformen nachträglich noch ein Dickenwachstum auf Grund einer successiven, von innen nach außen gerichteten Apposition von Kiesellamellen stattgefunden hat.

Augenblicklich fehlen mir freilich noch speciell von den derberen Knospen- und Artischockenformen entwickelungsgeschichtliche Bilder. Es muß daher einigen glücklichen Befunden die endgiltige Entscheidung der Frage überlassen bleiben, ob Immermann's oder meine Hypothese mehr das Richtige trifft, oder ob die Wahrheit in einer anderen Richtung gelegen ist.

Indem ich bezüglich der Beschaffenheit des Weichkörpers und der Vermehrungsvorgänge speciell auf die einzelnen Formen hinweise, gehe ich hier gleich zur Systematik der Gattung über.

Haeckel hat in seiner Untergattung *Aulographella*, welche sich im wesentlichen mit der Immermann'schen Gattung *Auloklepte*s deckt, 5 Arten unterschieden. Außerdem käme noch die von Haeckel zur Untergattung *Aulographantha* gestellte Form *Aulographis pistillum* hinzu. Wie schon Immermann (1904, S. 42 f.) gezeigt hat, sind jedenfalls einige der Haeckel'schen Arten

miteinander zu vereinigen, insofern die betreffenden Stacheltypen nur verschiedene Ausbildungsstufen oder Individualvarianten derselben Grundform darstellen.

IMMERMANN selber unterscheidet sodann 4 Arten, von denen 2, *Aulokleptes ramosus* und *flosculus*, mit Bestimmtheit auseinandergehalten werden können, während die Definition der beiden anderen, *Au. corona* und *gemmascens*, weniger sicher zu sein scheint. In dem Schlüssel, welchen IMMERMANN für die Bestimmung der Arten giebt, bildet das hypothetische Verhalten der Pseudopodien bei der ontogenetischen Entstehung der Stacheläste den Ausgangspunkt. Es dürfte indessen kaum zu empfehlen sein, hypothetische entwickelungsgeschichtliche oder physiologische Verhältnisse als Grundlage für ein System zu wählen, vielmehr wird es bei einer Gruppe von so außerordentlicher Formenmannigfaltigkeit zweckmäßig sein, gewisse extreme, aber bei einer größeren Anzahl von Individuen konstant wiederkehrende morphologische Verhältnisse als Stützpunkte für die Einteilung zu benützen.

Das gesamte, sehr reichliche *Aulokleptes*-Material der „Valdivia"-Ausbeute läßt sich, wie ich glaube, in den beiden Arten *Aulokleptes ramosus* IMMERMANN und *flosculus* HAECKEL unterbringen. Innerhalb jeder dieser beiden Arten sind zwei extreme, durch Uebergänge miteinander verbundene Haupttypen von Stacheln zu unterscheiden, ein einfacherer (Typus A) und ein komplizierterer (Typus B), und bei beiden Arten kehrt das nämliche Verhältnis wieder, daß die einzelnen Individuen oder Lokalformen entweder nur den einfacheren Typus A, oder daneben zum Teil auch den komplizierteren Typus B, bezw. die verschiedenen Uebergangsstufen aufweisen können.

Die eine Art, *Aulokleptes ramosus* IMMERMANN (? = *Aulographis triaena* HAECKEL), ist dadurch gekennzeichnet, daß die gewöhnlich in der Zwei- oder Dreizahl vorhandenen Terminaläste sich ausgesprochen baumförmig verästeln und in dieser Hinsicht an die Gattung *Auloceros* erinnern, von welcher sie aber durch den Besitz einer Fremdkörpergrundlage, durch die mehr unregelmäßige Art der Verästelung und den Mangel von Spathillen unterschieden ist (Taf. II, Fig. 20; Taf. IV, Fig. 36 und 37).

Der einfachere Stacheltypus A, dem wir bei dieser Art begegnen, besitzt 2—5, meist 3, schlanke, mit unregelmäßigen Seitendornen versehene oder dichotomisch verästelte Terminaläste, die in ihrer Gesamtheit an ein Dorngestrüpp erinnern (vergl. Taf. II, Fig. 20, und Taf. IV, Fig. 36, sowie bei IMMERMANN, Taf. III, Fig. 4 und 5; Taf. VI, Fig. 2 und 3). [Dornenform.]

Der Stacheltypus B besitzt derbe, in der distalen Hälfte in einen dichten Büschel von fingerförmigen Zacken sich verzweigende Terminaläste (vergl. Taf. IV, Fig. 37, links, und IMMERMANN, Taf. IV, Fig. 1a). [Büschelform.]

Die zweite Art, *Aulokleptes flosculus* (HAECKEL), besitzt schuppen- oder zapfenförmige Terminaläste, welche eine quirlförmige Anordnung zeigen.

Bei Typus A besitzen die schuppenförmigen Terminaläste keine sekundären Zacken und bilden zusammen eine mehr oder weniger regelmäßige Krone (vergl. Taf. IV, Fig. 40 und 42). [Kronenform.]

Der Typus B ist dadurch gekennzeichnet, daß die schuppen- oder zapfenförmigen Terminaläste mit sekundären Zacken versehen, vielfach auch an der Basis durch spannhautartige Lamellen verbunden sind (vergl. Taf. IV, Fig. 43). [Knospenform.]

Aulokleptes ramosus IMMERMANN.

Taf. II, Fig. 20; Taf. IV, Fig. 36 und 37; Taf. XLIII, Fig. 320; Taf. XLIV, Fig. 326—329.

Aulokleptes ramosus IMMERMANN, 1904, S. 45. Wahrscheinlich auch: *Aulographis (Aulographella) tetraena* HAECKEL, S. 1579, Taf. CV, Fig. 8.

Das distale Stachelende läuft in mehrere Endäste aus, die an Zahl verschieden sind (2—5), und welche die Tendenz zeigen, sich weiter zu verzweigen. Die ganze Terminalbildung erhält hierdurch — wenigstens bei den jüngeren Stacheln — ein baumförmiges oder dorngestrüppartiges Aussehen (Typus A, „Dornenform") und erinnert an die *Auloceros*-Arten, welch letztere sich indessen durch das Fehlen einer Fremdkörpergrundlage, durch geringere Derbheit der einzelnen Stachelteile und durch regelmäßigere Dichotomie, sowie meistens durch den Besitz von Endspathillen unterscheiden.

Bei einer Unterart folgen einzelne Stacheln dem Typus B („Büschelform"), sie besitzen derbe Terminaläste, deren distale Enden sich in ein Büschel fingerförmiger Zacken verzweigen (Taf. IV, Fig. 37, links, und IMMERMANN, Taf. IV, Fig. 1a).

Die aus Diatomeengehäusen bestehenden tangentialen Skelettelemente sind locker in der äußersten hautartigen Schicht des Weichkörpers verteilt und zeigen vielfach im Umkreis der Radialstacheln eine strahlige Anordnung (Taf. IV, Fig. 37, Mitte).

Der Weichkörper hat eine sphärische (Taf. IV, Fig. 36), ellipsoidische (Taf. II, Fig. 20), zweilappige oder, wenigstens im konservierten Zustand, unregelmäßig polyedrische Gestalt (Taf. IV, Fig. 37). Er ist außerordentlich hinfällig und zerreißbar, jedoch bildet die äußerste, die Tangentialelemente einschließende Weichkörperschicht einen verhältnismäßig resistenten hautartigen Mantel, welcher auch bei deformierten Individuen stets auf größere Strecken unzerstört bleibt und die Stachelenden miteinander im Zusammenhang hält. Normalerweise sind stets zwei Centralkapseln vorhanden, *Au. ramosus* gehört also zu den dicystinen Formen.

Der längste Durchmesser beträgt 3—4,8, die Breite 2,5—3,5 mm.

Varianten.

In dem mir vorliegenden Material macht sich eine Neigung zur Trennung in geographische Unterarten bemerklich. In wärmeren Meeren kommen in den nämlichen Vertikalnetzzügen zweierlei Formen vor, nämlich Exemplare mit zahlreichen, gleichartigen Stacheln, deren Terminaläste verhältnismäßig dünn und stark divergierend sind, im ganzen aber dem Typus A entsprechen (Taf. IV, Fig. 36), und daneben Exemplare mit unregelmäßig geformtem Weichkörper und wenigen, aber sehr verschiedenen Stacheln, welche zum Teil dem Typus B entsprechen (Taf. IV, Fig. 37).

In der Antarktis tritt hauptsächlich eine dritte Form auf, welche in Bezug auf die Zahl und Gleichartigkeit der Stacheln im wesentlichen mit der ersten Form übereinstimmt, jedoch sind die Stacheln derber und mit weniger langen und weniger divergierenden Aesten versehen als die Stacheln der Warmwasserform (Taf. II, Fig. 20).

Die erste der beiden Warmwasserformen entspricht einem Teil der von IMMERMANN unter der Bezeichnung: *Au. ramosus longispina* zusammengefaßten Formen (vergl. IMMERMANN, l. c. Taf. IV, Fig. 2, a—e). Die zweite Warmwasserform mit den ungleichartigen Stacheln, welche IMMERMANN gleichfalls in die Formengruppe: *Au. ramosus longispina* einbegreift (vergl. IMMER-

MANN l. c. Taf. IV, Fig. 1a), ist meinem Material zufolge in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle von der ersten zu trennen und soll mit Rücksicht auf die unregelmäßige Form des Weichkörpers als *Au. ramosus angulatus* bezeichnet werden. Endlich möge die dritte Form als *Au. ramosus antarcticus* unterschieden werden.

Die IMMERMANN'sche Unterart *Au. ramosus multituberculatus* (l. c. Taf. III, Fig. 3) fand sich, wenigstens in ihrer typischen Ausbildung, in meinem Material nicht vor.

Zu *Aulokleptes ramosus* gehört vielleicht auch: *Aulographis triaena* HAECKEL („Terminal branches constantly three, divergent, very stout, each studded with three to six irregular, conical, secondary spines. Sometimes the branches become forked, the species passing over into *Auloceros cervinus*").

Vermehrung. Abgesehen von *Aulospathis variabilis aulodendroides*, fanden sich bei keiner Aulacanthiden-Art so zahlreiche Exemplare mit mehr als zwei Centralkapseln vor, wie bei *Aulokleptes ramosus*, und zwar wurden speciell in der Antarktis viele Exemplare mit 4, 6, 8 und 10 Centralkapseln angetroffen. *Au. ramosus antarcticus* befand sich also in der fraglichen Jahreszeit (Dezember) in der Antarktis im Zustand der „Koloniebildung".

Bei den aus den wärmeren Meeren stammenden Individuen fand ich nur Stadien mit 2, 3 und 4 Centralkapseln, insbesondere auch Exemplare mit 2 Centralkapseln, welche, nach der eiförmigen Form und der einseitigen Anordnung der Radialstacheln, als Tochterindividuen aufzufassen sind, welche durch Teilung eines Individuums mit 4 Centralkapseln eben ihre Entstehung genommen haben.

Daß es sich bei diesem Gegensatz zwischen antarktischen und atlantischen Formen nicht etwa um eine örtliche, sondern wahrscheinlich nur um eine jahreszeitliche Verschiedenheit handelt, scheint mir unter anderem daraus hervorzugehen, daß umgekehrt von den verschiedenen Formen von *Aulospathis* Individuen mit zahlreichen (8—16) Centralkapseln sich ausschließlich in den tropischen Gebieten fanden, während in der Antarktis nur Exemplare mit 1 oder 2 Centralkapseln angetroffen wurden.

In Bezug auf die Kernteilungsvorgänge zeigt *Aulokleptes ramosus* große Uebereinstimmung mit *Aulographis pandora*, wie bereits in der Einleitung hervorgehoben wurde. Insbesondere fanden sich ebenso wie bei letzterer Form nicht selten prachtvoll erhaltene längsgespaltene Chromatinfäden mit umeinander gedrehten Spalthälften (S. 22, Textfig. 4).

Hervorzuheben ist ferner, daß die Kernteilungsvorgänge in den einzelnen Centralkapseln nicht synchron verlaufen. Im Stadium mit 2 Centralkapseln geht der Kern der einen Centralkapsel und im Stadium mit 4 Centralkapseln schreiten 2 von den 4 Kernen in der Teilung voraus (Taf. II, Fig. 20). In letzterem Falle kann auch die Durchschnürung der Centralkapseln der beiden vorauseilenden Kerne vor sich gehen, ehe die beiden übrigen Kerne zur Teilung schreiten. Es entstehen auf diese Weise Stadien mit 6 Centralkapseln.

Fundorte: Irmingersee, Labradorstrom, nördlicher und südlicher Aequatorialstrom, zum Teil in Tiefen oberhalb des 400 m-Horizontes (BORGERT); ? Ch.-St. 299 (*Aulographella triaena*, südlicher Pacifik); T.-St. 14 (Golfstrom, V.), 32 (canarische Strömung, V.), 40, 41, 42, 44 (Guineastrom, V., auf Station 42 auch in Schl.-N. 550—250), 46, 49, 50 (Südäquatorialstrom, V.), 54 (Guineastrom, V.), 64 (Golf von Guinea, V.), 66 (Golf von Guinea, Schl.-N. 500—300), 73, 74, 89 (Benguelastrom, V.), 139, 142, 145, 149 (antarktische Triftströmung, V.), 151 (Antarktis,

Schl.-N. 1600—1000), 175 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 190 (indischer Gegenstrom, V.), 214, 215, 218, 228, 239 (nördlicher Indik, V.).

Exemplare mit mehr als 2 Centralkapseln fanden sich insbesondere in den Stationen 139, 142, 145, 214.

Verbreitung. Nach der obigen Zusammenstellung ist *Aulokleptes ramosus* eine weitverbreitete Form, welche, wenn wir *Aulographis triaena* Haeckel hinzurechnen dürfen, in allen Oceanen gefunden wurde. Bei dieser weiten Verbreitung darf es nicht wunder nehmen, daß sich eine deutlich ausgesprochene Neigung zur Bildung von Rassen und geographischen Unterarten zeigt, von denen 2, *Au. ramosus longispina* und *angulotus*[1]), den wärmeren Gebieten, eine, *Au. ramosus antarcticus*, dem südlichen Eismeer angehört.

Die Befunde der Plankton- und deutschen Tiefsee-Expedition ergeben das übereinstimmende Resultat, daß *Aulokleptes ramosus* im wesentlichen wohl der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht angehört (400—1000 m).

Au. flosculus (Haeckel).

Taf. IV, Fig. 38—45; Taf. XLII, Fig. 305—309; Taf. XLIII, Fig 321—325.

Aulographis (Aulographella) flosculus Haeckel, Rep., p. 1580, Taf. CV, Fig. 1; Borgert, Nord. Trip., S. 5, Fig. 2, Immermann, 1904, S. 42. ? Hierher ferner: *Aulographis (Aulographella) martagon* Haeckel, Rep., p 1570, Taf. CV, Fig. 7, und *Aulographis (Aulographella) pistillum* Haeckel, Rep., p. 1579, Taf. CV, Fig. 6.

Die Radialstacheln dieser Art sind charakterisiert durch den Besitz einer größeren Zahl (6—12) von zapfen- oder schuppenförmigen Terminalästen, welche sich in Form eines Kranzes von dem vielfach postamentartig verbreiterten Stachelrande erheben.

Die Terminaläste der schwächsten Stacheln haben die Form von einfachen Zinken ohne sekundäre Zacken und bilden eine mehr oder weniger regelmäßige Krone (Typus A, „Kronenform", Taf. IV, Fig. 40 und 42).

Die Terminaläste der stärksten Stacheln haben dagegen die Form von kegelförmigen Zapfen oder derben Schuppen, welche entweder an ihrer Spitze (Taf. IV, Fig. 43) oder unterhalb derselben (Fig. 38 und 39) mit sekundären Zacken versehen sind, in anderen Fällen an ihrer Basis durch spannhautartige Lamellen („a solid, cap-shaped, flinty lamella") verbunden sind (Haupttypus B, „Knospenform"). Diese Stachelformen, welche unter allen anderen *Aulokleptes*-Stacheln am deutlichsten die lamellöse Struktur erkennen lassen, stellen wohl die mächtigsten, bei den Radiolarien vorkommenden Kieselgebilde dar (Taf. IV, Fig. 43, 45; Taf. XLIII, Fig. 321).

Im einzelnen habe ich sehr zahlreiche Varianten beobachtet, von denen wenigstens einige häufiger wiederkehren und zum Teil mit den von Haeckel beschriebenen Arten und den Immermann'schen Varietäten in gutem Einklang stehen. Da sie aber vielfach nebeneinander an demselben Individuum zur Beobachtung kommen, so können wir wohl kaum von Arten oder Varianten reden, sondern müssen diese verschiedenen Formen einfach als Stachelvarianten bezeichnen. Ausgeschlossen ist es natürlich nicht, daß in einzelnen Gegenden die eine oder andere der Stachelvarianten vorherrschend zur Ausbildung kommt, in welchem Falle wir

1) Ein großer Teil des *Aulokleptes*-Materials war bereits geschnitten worden, ehe ich zur Unterscheidung der beiden Warmwasserformen gelangt war. Infolgedessen bin ich nicht im stande, für diese beiden Formen specificierte Fundortsangaben zu machen

vielleicht später, nach Gewinnung eines reichlicheren Materials, zur Unterscheidung von Rassen oder Unterarten gelangen können.

Die häufigsten der mir vorliegenden Stachelvarianten sind folgende:

a) *Pistillum*-Typus (Typus A, „Kronenform", Taf. IV, Fig. 40 und 42). Kleine, gegen das distale Ende hin meist allmählich verdickte Stacheln mit 6—12 einfachen Zinken, welche keine sekundären Zacken besitzen und eine mehr oder weniger regelmäßige Krone bilden. Dieser Typus entspricht wahrscheinlich der *Aulographis pistillum* Haeckel (Rep., p. 1579, Taf. CV, Fig. 6), vielleicht auch dem *Aulokleptes flosculus* var. *pistillum* Immermann (1904, S. 42, Taf. V, Fig. 1).

Dieser Typus kommt an denselben Individuen vor wie die Typen b, c, d, e, f, g.

b) *Tridentatus*-Typus (Taf. IV, Fig. 38; Taf. XLIII, Fig. 323). Mittelstarke Stachelformen. Terminaläste in geringer Zahl (5—6), ohne oder nur mit schwach entwickelter Lamellenbildung, mit sekundären Zacken, welche sich meist nur in der Zweizahl und in der Nähe der Astspitzen vorfinden. Stimmt gut mit *Aulokleptes flosculus tridentatus* Immermann überein (1904, S. 43, Taf. VI, Fig. 3).

Dieser Typus kommt an denselben Individuen wie a, c, d, e und f vor.

c) *Martagon*-Typus (Taf. IV, Fig. 39). Dem vorigen ähnlich, aber Terminaläste mit einer größeren Anzahl von sekundären Zacken, welche hauptsächlich auf die Außenseite der Aeste verteilt sind. Stimmt im wesentlichen überein mit *Aulographis martagon* Haeckel (Rep., p. 1579, Taf. CV, Fig. 7).

Findet sich an denselben Individuen wie Typus a und b.

d) *Gemmascens*-Typus (Taf. XLIII, Fig. 322). Gewissermaßen Weiterbildung der vorigen Typen, insofern die Terminaläste mit zahlreichen dichtgedrängten, sekundären Zacken versehen sind, welche die Aeste allseitig („like the leaves in a bud"), zum Teil in quirlförmiger Anordnung umgeben. Im ganzen übereinstimmend mit *Aulographis gemmascens* Haeckel = *Aulokleptes gemmascens* Immermann (vergl. Rep., Taf. CV, Fig. 11, und Immermann, 1904, Taf. VI, Fig. 3 und 4), sowie mit *Aulographis flammabunda* Haeckel (Rep., Taf. CV, Fig. 9).

Kommt gleichzeitig vor mit a b und f.

e) *Flosculus*-Typus (Taf. IV, Fig. 45). Mächtige Stachelformen, deren Krone aus 8—12 zapfenförmigen Terminalästen besteht, die an ihrer Basis mehr oder weniger durch Lamellen verbunden und mit einigen sekundären Zacken ausgestattet sind. „Das Ganze macht den Eindruck eines Blumenkelches" (Immermann). Stimmt zweifellos überein mit *Aulographis flosculus* Haeckel (Rep., Taf. CV, Fig. 10) und *Aulokleptes flosculus typicus* Immermann (1904, Taf. V, Fig. 2, und Taf. VI, Fig. 2).

Kommt an denselben Individuen vor wie a und b.

f) *Sceptrum*-Typus, Artischocken-Typus (Taf. XLIII, Fig. 321). Mächtige Stachelformen, deren Krone aus zahlreichen kurzen, schuppenartigen Terminalästen besteht, welche sich von dem blütenbodenähnlich verbreiterten Stachelende in dichter und unregelmäßiger Anordnung erheben. Vielleicht übereinstimmend mit *Aulokleptes gemmascens sceptrum* Immermann (1904, Taf. V, Fig. 5).

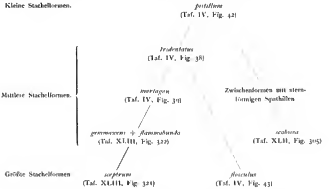
Kommt gleichzeitig vor mit a, b und d.

g) Scabiosen-Typus (Taf. XLII, Fig. 305—309). Verschieden mächtige Stacheln mit 5—8, mehr oder weniger tangential abgehenden Seitenästen, welche bei den kleinsten Stacheln einfache Zinken darstellen (Fig. 309), bei etwas größeren mit sternförmigen Spathillen ausgestattet sind (Fig. 307, 308) und bei den größten büschelförmig verzweigt sind, wobei die Zähne der Spathillen mehr oder weniger zu dornenförmigen Endzweigen auswachsen (Fig. 305, 306).

Ich kenne diese Form nur von einem Fundort (T.-St. 236) und schließe sie, wegen der zum *Pistillum*-Typus gehörigen kleinsten Stachelformen, vorläufig der Kollektivart *Aulokleptes flosculus* mit der Bezeichnung *Aulokleptes flosculus scabiosa* an. Die größten Stacheln erinnern einigermaßen an den *Gemmascens*-Typus, von dem sie sich durch die mehr tangentiale Anordnung und die Verkürzung und Verbreiterung der Terminaläste unterscheiden.

Das Auftreten von Stachelformen mit mehr oder weniger tangential abgehenden Terminalästen, welches im übrigen an ähnliche Vorkommnisse innerhalb der Gattung *Auloceros* (*Au. arborescens biramens* u. a.) erinnert, scheint mir insofern von besonderem Interesse zu sein, weil es sich kaum in Einklang bringen läßt mit der von Immermann vertretenen Hypothese, wonach die Terminaläste und ihre Verzweigungen durch die zurückfließende und sich in Falten legende Pseudopodien-Sarkode gebildet werden. Vielmehr legt schon das Vorkommen von spathillenähnlichen Endbildungen (Taf. XLII, Fig. 307) den Gedanken nahe, daß die Entwickelung der Terminaläste bei *Aulokleptes* im wesentlichen nicht verschieden sein kann von den Vorgängen, auf welchen bei *Auloceros* die Entstehung der Radialstacheln beruht, eine Annahme, welche ja, wie wir gesehen haben, auch durch einige entwickelungsgeschichtliche Bilder direkt gestützt wird.

Wie bereits bei den einzelnen Formen hervorgehoben wurde, hängen alle aufgezählten Typen durch den *Pistillum*- und großenteils auch durch den *Tridentatus*-Typus zusammen, wie dies in folgendem Schema noch einmal zum Ausdruck kommen soll:



Es wurde bereits angedeutet, daß bis jetzt eine Beschränkung einzelner Formen auf bestimmte Meeresteile nicht ermittelt werden konnte. Es erhebt sich nun die Frage, ob vielleicht das Auftreten der verschiedenen Typen durch die Beschaffenheit des fremden Substrates bedingt

ist. In dieser Richtung ist zu bemerken, daß die Gestalt des Diatomeengehäuses allerdings auf die Form des Stachelschaftes einen gewissen Einfluß hat, insofern die zugespitzten Enden der *Rhizosolenia*-Gehäuse sehr häufig (Taf. IV, Fig. 40; Taf. XLIV, Fig. 327 und 328) eine halsartige Einschnürung des Stachelendes hervorrufen, was bei den gerade abgeschnittenen *Thalassothrix*-Schalen nicht der Fall ist.

Dagegen konnte eine Beeinflussung der Form der Terminaläste durch die Beschaffenheit der Diatomeenschale nirgends wahrgenommen werden, vielmehr wurden speciell die *Rhizosolenia*-Gehäuse als Grundlage der verschiedensten Stachelformen angetroffen. Etwas anders verhält sich die Sache, wenn nicht Diatomeengehäuse, sondern Aulacanthidenstacheln als Substrat Benützung finden. Allem Anschein nach ist es eine Wirkung der besonderen Gestalt der fremden Stacheln, wenn der eine *Aulographonium*-Nadel einschließende *Auloklептes*-Stachel (Taf. IV, Fig. 45) eine mehr strahlige Anordnung der Terminaläste aufweist, während diejenigen Stacheln, welche *Aulacantha*-Nadeln als Unterlage benützt haben, eine eigentümliche dornige Oberfläche besitzen und in der unregelmäßigen Anordnung der Terminaläste an *Aulodendron*-Stacheln erinnern (Taf. IV, Fig. 44).

Nicht selten wurden Krüppelformen aufgefunden. Es wurde bereits oben erwähnt, daß mitunter Stacheln mit winzigen Terminalästen gefunden wurden und daß ich solche Vorkommnisse nicht für Entwickelungsstadien, sondern für fertige Verkümmerungsformen halten möchte, weil die Verkieselung des Stachelschaftes bereits vollendet ist und ein weiteres Wachstum bereits verkieselter Skelettstücke nicht angenommen werden kann. Andere nicht seltene Bilder kommen dadurch zu stande, daß bei mittelstarken oder großen Stacheln nur einige Terminaläste zur vollkommenen Ausbildung gelangen, die übrigen aber verkümmert sind, wie dies z. B. der in Taf. IV, Fig. 41 abgebildete *flosculus*-Stachel zeigt.

Der Mantel von tangentialen Skelettelementen ist bei *Auloklептes flosculus* sehr dicht und besteht zum großen Teil aus Diatomeengehäusen. Ob freilich alle stab- und hohlröhrenförmigen Gebilde, die man im Mantel findet, Fremdkörper sind, und ob nicht vielmehr ein Teil derselben den feinen, filzartig verbundenen Hohlnadeln entspricht, die man bei anderen Aulacanthiden findet, wage ich nicht mit vollkommener Sicherheit zu entscheiden, wenn mir auch das letztere wahrscheinlicher zu sein scheint.

Der Weichkörper besitzt bei den wenigen vollständigen Exemplaren eine annähernd kugelige bis ellipsoidische Gestalt, ist außerordentlich hinfällig und schließt, wie ich bei ein paar Exemplaren feststellen konnte, zwei Centralkapseln ein. *Auloklептes flosculus* gehört also höchst wahrscheinlich, wie *Auloklептes ramosus*, bei dem dies mit vollkommener Sicherheit gezeigt werden konnte, zu den dicystinen Aulacanthiden.

Der Durchmesser des Weichkörpers betrug bei einem nicht deformierten, annähernd kugeligen Exemplare 3,5 mm.

Fundorte sämtlicher vermutlich hierher gehörigen Formen:

Ch.-St. 354 (nördlicher Atlantik; *Au. pistillum* H.); Ch.-St. 318 (südlicher Atlantik; *Au. martagon* H.); Ch.-St. 302 (südlicher Pacifik; *Au. flammabunda* H.); Ch.-St. 347 (tropischer Atlantik, *Au. gemmascens* H.); Färöerkanal (John Murray; *A. flosculus* H.);

Irmingersee (0–400 und 0—600 m; die verschiedenen von Immermann unter seinen Arten *Au. flosculus* und *gemmascens* eingereihten Formen), nördlicher Ast des Golfstromes (0–400 m, *Au. flosculus confluens* Immermann und *Au. gemmascens typicus* Immermann);

T.-St. 14 (Golfstrom, V., 3 Exemplare: a + b, a + b + e, a + b + c; das letztere Exemplar wies als Stacheleinschlüsse außer Diatomeengehäusen 1 *Aulographonium-* und 2 *Aulacantha*-Nadeln auf), 89 (Benguelastrom, V.; einzelne Stacheln vom Typus a und b), 175 (indischer Südäquatorialstrom, V.; 1 Exemplar: a + b + d + f), 236 (nördlicher Indik, V., 1 Exemplar: a + g).

Verbreitung. Immermann (1904, S. 85) führt seine Arten *Au. flosculus* und *gemmascens* unter denjenigen Aulacanthiden an, welche für kältere Strömungen charakteristisch sind. Es ist nicht zu verkennen, daß die hierher gehörigen Formen bis jetzt vorzugsweise in den nördlichen und südlichen Gebieten des Atlantik, Indik und Pacifik gefunden wurden, mit nur zwei Ausnahmen, nämlich *Au. gemmascens* Haeckel, welche vom „Challenger" im tropischen Atlantik gefischt wurde, und der verhältnismäßig am meisten abweichenden Varietät *Auloklepteş flosculus scabiosa* n. subsp., welche die „Valdivia" im nördlichen Indik erbeutete. In der Antarktis wurden bisher keine Funde gemacht, und in Anbetracht dieses letzteren Umstandes wird man zu der Auffassung geführt, das *Au. flosculus*, ähnlich wie gewisse Pteropodenarten, für welche dies von Meisenheimer[1]) nachgewiesen wurde, seine Hauptverbreitung in zwei zu beiden Seiten des Aequators gelegenen Zonengürteln[2]) besitzt.

In Bezug auf die Vertikalverbreitung lassen insbesondere die weniger tief gehenden Vertikalnetzzüge der Plankton-Expedition deutlich erkennen, daß wir auch *Au. flosculus* als einen Bewohner der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400—1000 m) zu betrachten haben.

4. Gattung. *Aulographonium* (Haeckel).

Wie ich bereits oben erwähnt habe, glaube ich, in Uebereinstimmung mit Immermann, die Haeckel'sche Untergattung *Aulographonium* als selbständige Gattung von *Aulographis* abzweigen zu müssen. Ich weiche nur darin von Immermann ab, daß ich dieser neuen Gattung die Haeckel'sche Bezeichnung *Aulographonium* belasse und den von Immermann benützten Fowler'schen Gattungsnamen *Aulocoryne* für die *Aulocoryne zetesios* reserviere.

Die neue Gattung *Aulographonium* ist nach dem früher Gesagten charakterisiert durch den Besitz von höchstens 30 hohlen, mit Spathillen und seitlichen Zähnchen bewehrten, meist bogig verlaufenden und nach Art der Arme eines Kandelabers angeordneten Endästen.

Innerhalb der Gattung *Aulographonium* lassen sich zwei Formengruppen unterscheiden, für welche die Haeckel'schen Arten *Aulogr. candelabrum* und *pulvinata* als Typen betrachtet werden können.

Zur *candelabrum*-Gruppe gehören diejenigen Formen, deren Terminaläste verhältnismäßig lang (die Stachelbreite 8—10mal übertreffend), stark gebogen und mit unregelmäßig angeordneten, meist kräftigen Zähnchen bewehrt sind. Das Distalende der Stacheln ist meist kolbenförmig aufgebläht.

Haeckel unterscheidet eine ganze Reihe von hierher gehörigen Arten, von denen 2, nämlich *Au. dentata* und *candelabrum*, auch von Immermann übernommen worden sind. *Au. dentata* (Rep., Taf. CIII, Fig. 20) besitzt nach Haeckel einen schwach entwickelten Endknopf

1) J. Meisenheimer, Pteropoda. Vergl. dieses Werk, Bd. IX.

2) Meisenheimer nimmt als Grenzen dieser Zonengürtel rund den 15. und 40. Grad nördlicher bezw. südlicher Breite an.

und 6—8 gekrümmte, kronenförmig um einen geraden Centralast gruppierte Terminaläste, welche mit zahlreichen kräftigen, zurückgebogenen Seitenzähnchen ausgestattet sind. Erbeutet wurde diese Form im nördlichen Atlantik (Ch.-St. 354). Die zweite Art, *Au. candelabrum* HAECKEL (Rep., Taf. CIII, Fig. 1), trägt auf dem eiförmig aufgeblasenen Endknopf der Radialstacheln 6—9 stark gebogene, kandelaberartig angeordnete Terminaläste, welche unregelmäßig mit Seitenzähnchen bedeckt sind. Diese Form wurde einmal im südöstlichen Pacifik (Ch.-St. 300) gefunden.

Der HAECKEL'schen Art *Au. dentata* hat IMMERMANN einige Formen eingereiht, deren Stacheln vier kreuzweise, fast tangential gerichtete, um einen Centralast gruppierte Terminaläste tragen (1904, Taf. VI, Fig. 8; vergl. hier Taf. VI, Fig. 53—55). Die Terminaläste sind bald mit zahlreichen kleinen zurückgebogenen Zähnchen besetzt, bald sind nur einige wenige, oft kaum bemerkbare vorhanden. Gefischt wurde diese Form, welche von der HAECKEL'schen *Au. dentata* durch die geringere Zahl der Terminaläste und die schwächere Bezahnung unterschieden ist, einmal im Guineastrom (Schl.-N., 450—650) und ein anderes Mal im südlichen Aequatorialstrom (V., 0—400 m).

Mit der zweiten der oben erwähnten HAECKEL'schen Arten, *Au. candelabrum*, stellt dagegen IMMERMANN mehrere Formen zusammen, welche sich von der *dentata* dadurch unterscheiden, daß statt des einen mittleren Astes zwei schräg nach außen divergierende vorhanden sind und die Terminaläste an ihrem äußeren Ende eine kleine Biegung nach innen zeigen (1904, Taf. VI, Fig. 5—7; vergl. hier Taf. VI, Fig. 57). Gefischt wurde diese Form vom „National" im Nordäquatorialstrom (Schl.-N. 0—1000 m), Guineastrom (Schl.-N. 1000—1200 m), Südäquatorialstrom (Schl.-N. 600—800 m), Golfstrom (V., 0—350 m).

Die „Valdivia"-Ausbeute enthält von sehr zahlreichen Stationen ein reichliches Material an hierher gehörigen *Aulographonium*-Formen. Es war daher möglich, eine Reihe gut charakterisierter, zum Teil auf bestimmte geographische Gebiete lokalisierter Formen auszuscheiden und ihre Identität mit den HAECKEL'schen und IMMERMANN'schen Arten genauer zu prüfen. Danach glaube ich nun mit Bestimmtheit sagen zu können, daß die erste von IMMERMANN beschriebene Form nicht mit der HAECKEL'schen *Aulographis dentata* übereinstimmt, sondern einer sehr gut charakterisierten Form angehört, welche schon von BORGERT im Mittelmeer gefunden und als *Aulographis mediterranea* beschrieben worden ist und welche, wie gezeigt werden soll, der echten HAECKEL'schen *Aulographis candelabrum* (vergl. hier Taf. VI, Fig. 56) nahe steht. Ebenso sind diejenigen Formen, welche IMMERMANN mit der echten HAECKEL'schen Art *Au. candelabrum* zusammenbringt, sicher nicht identisch mit derselben. Vielmehr gehören sie einer im Atlantik und südlichen Indik weitverbreiteten, gleichfalls gut charakterisierten und gut umgrenzten Form an, für welche ich den Namen *Aulographonium bicorne* vorschlagen möchte.

Der *candelabrum*-Gruppe steht die *pulvinata*-Gruppe gegenüber. Dieselbe enthält diejenigen Formen, deren Terminaläste verhältnismäßig kurz (etwa zwei- oder dreimal so lang als die Stachelbreite) sind, einen nur wenig gebogenen Verlauf zeigen und in ihrer ganzen Länge mit zwei regelmäßigen Reihen von winzigen Zähnchen besetzt sind. Bei dem typischen *Aulographonium pulvinatum* ist das distale Ende der Radialstacheln linsen- oder kissenförmig aufgebläht (vergl. Taf. VI, Fig. 50).

Ueber die artliche Identität der Haeckel'schen *Aulographis pulvinata* mit der von Immermann beschriebenen *Aulocoryne pulvinata*, ferner mit der Fowler'schen *Aulographis moorensis* und mit zahlreichen von der „Valdivia" gefundenen Exemplaren kann kein Zweifel bestehen. In dem mir vorliegenden Material lassen sich übrigens, wie unten gezeigt werden soll, noch einige andere Formen von charakteristischem Gepräge unterscheiden, von welchen eine mit der typischen *Au. pulvinata* durch Uebergänge verbunden ist (Fig. 51), die andere eine mehr selbständige Stellung einnimmt (Taf. V, Fig. 49).

a) *Candelabrum*-Gruppe. Terminaläste verhältnismäßig lang, stark gebogen, mit unregelmäßig angeordneten Seitenzähnchen. Endknopf der Radialstacheln, wenn vorhanden, kugelig bis eiförmig.

Aulographonium mediterraneum (Borgert).

Taf. VI, Fig. 53—55.

Aulographis mediterranea Borgert, Trip. Mittelm., 1901, S. 240, Taf. XI, Fig. 1, wahrscheinlich *Aulocoryne dentata* Immermann, 1904, S. 59, Taf. VI, Fig. 8.

Eine sehr zierliche, dem *Aulographonium candelabrum* (Haeckel) nahestehende Form, welche nach Borgert durch folgende Merkmale charakterisiert ist:

„Die Radialstacheln sind gerade, nahezu cylindrisch, nur wenig nach dem distalen Ende zu verdickt, unterhalb des schwach erweiterten Endknopfes etwas verjüngt. Der Endknopf trägt drei bis fünf, meist vier dünne, glatte, zuweilen wellenförmig gebogene, nach dem distalen Ende gekrümmte Terminaläste, die um einen geraden, meist etwas dickeren Endast quirlig angeordnet sind. Sämtliche Terminaläste weisen an ihrer Spitze eine geringe Zahl (3—5) kleiner, aufwärts gerichteter Zähnchen auf. Länge der Radialstacheln 0,6 mm, Dicke derselben 0,1—0,14 mm, Länge der Terminaläste 0,05—0,09 mm."

Mit der Borgert'schen Beschreibung und Abbildung stimmen zahlreiche, von der „Valdivia" in wärmeren Meeresgebieten gefischte Formen gut überein. Nur finde ich meistens, daß die Aeste mehr oder weniger bezahnt sind und eine echte Spathille tragen (Fig. 54), und ferner ist hervorzuheben, daß in vielen Fällen der Centralast die peripheren Aeste an Dicke und Länge bedeutend überragt (Fig. 54 und 55), so daß auf diese Weise ein eigentümlicher, an *Aulopetasus charoides* (Taf. V, Fig. 47 und 48) erinnernder Habitus entsteht.

Mit der Borgert'schen *mediterranea* ist höchst wahrscheinlich auch *Aulocoryne dentata* Immermann (nec Haeckel) zu identifizieren. Bezüglich der Immermann'schen Figur (1904, Taf. VI, Fig. 8) ist dabei zu beachten, daß der betreffende Stachel in einer doppelt so starken Vergrößerung dargestellt ist, als die übrigen *Aulocoryne*-Stacheln, und daher viel derber und größer zu sein scheint, als dies bei den Stacheln der vorliegenden Art in Wirklichkeit der Fall ist.

Vollständige Exemplare sind von mir nicht gefunden worden. Ich kann daher keine Angaben über den Durchmesser des Weichkörpers und die Zahl der Centralkapseln machen.

Fundorte: Capri (Borgert); Guineastrom und Südäquatorialstrom (450—650 m und 0—400 m Tiefe, Immermann); T.-St. 22, 32 (canarischer Strom, V.), 44 (Guineastrom, V.), 66 (Golf von Guinea, V.), 91 (Benguelastrom, V.), 207, 218 (nördlicher Indik, V.), 228 (nördlicher Indik, Schl.-N. 220—150), 236, 237 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. Im ganzen offenbar Warmwasserform. Ueber die vertikale Verbreitung läßt sich nichts Sicheres sagen, doch scheint diese Art sowohl der Challengeridenschicht (50—400 m), als der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400—1000 m) anzugehören.

Au. candelabrum (HAECKEL).

Taf. VI, Fig. 56.

Aulographis (Aulographonium) candelabrum HAECKEL, Rep., p. 1583, Taf. CIII, Fig. 1; dagegen nicht: *Aulocoryne candelabrum* IMMERMANN, 1904, S. 59, Taf. VI, Fig. 5, 6, 7.

Radialstacheln in der äußeren Hälfte keulen- oder spindelförmig aufgetrieben und unterhalb des eiförmig aufgeblasenen Endknopfes merklich eingeschnürt. Der Endknopf trägt eine kandelaberartige Krone von 6—9 stark gekrümmten, im letzten Viertel stark abgebogenen, mit Seitenzähnchen und einer Endspathille versehenen Terminalästen, welche (bei den mir vorliegenden Exemplaren) einen äußeren Kranz von 4—5 und eine centrale Gruppe von 3—4 Aesten bilden.

Ein mir vorliegendes, bis auf die Centralkapsel nahezu vollständiges Exemplar besitzt einen Durchmesser von 1,5—1,8 mm und ist durch einen sehr zarten Weichkörper und den Mangel der Tangentialnadeln von den übrigen, in vollständigen Exemplaren vorhandenen *Aulographonium*-Exemplaren unterschieden.

Fundorte: Ch.-St. 300 (südöstlicher Pacifik, Höhe von Juan Fernandez); T.-St. 236, 239 (nördlicher Indik).

Verbreitung. Die bisherigen Fundorte, die Größe und Beschaffenheit der Stacheln würden darauf hinweisen, daß *Au. candelabrum*, wie die vorige, eine Warmwasserform und Bewohnerin nicht allzu tiefer Schichten ist.

Au. bicorne n. sp.

Taf. I, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 57

Aulocoryne candelabrum IMMERMANN, 1904, S. 59, Taf. VI, Fig 5, 6, 7.

Radialstacheln cylindrisch, nur im distalen Viertel allmählich sich gegen den ovalen Endknopf verjüngend. 6—7, meist mit kräftigen, unregelmäßig angeordneten Zähnen und mit kleinen Endspathillen versehene Terminaläste. Von diesen sind 4 oder 5 in einem Kranze angeordnet und gehen in schwach welligem Verlaufe, etwa unter dem Winkel von 120° schräg nach außen; die zwei übrigen sind stets gerade und bilden eine auf dem Scheitel des Endknopfes sich erhebende Gabel.

Vereinzelt wurden im Atlantik Stacheln gefunden, welche bezüglich der Größe, Stärke und kräftigen Bezahnung der Terminaläste durchaus den Habitus von *Aulographonium bicorne* aufweisen, jedoch durch den Besitz von drei apikalen Aesten und die kugelige Auftreibung des distalen Stachelendes an das zierlichere *Aulographonium indicum* erinnern (St. 40, 66).

Ich zweifle nicht daran, daß auch die von IMMERMANN als *Aulocoryne candelabrum* bezeichneten Formen hierher gehören. Als Unterschied wäre nur hervorzuheben, daß nach IMMERMANN die Zähnchen der Terminaläste mitunter nur ganz schwach oder auch gar nicht ausgebildet sind, ein Verhältnis, auf welches aber auch von seiten IMMERMANN's kein großer systematischer Wert gelegt wird.

Längster Durchmesser 3,5 mm, kürzester 3 mm.

Mehrere mir vorliegende vollständige Exemplare besitzen nur eine Centralkapsel.

Fundorte: Nordäquatorialstrom, Guineastrom, Südäquatorialstrom, Golfstrom (Schl.-N. 0—1000 m, 1000—1200 m, 600—800 m, V. 0—350 m; Immermann); T.-St. 40, 41, 44, 55 (Guineastrom, V.), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 66 (Golf von Guinea, V.), 89 (Benguelastrom, V.), 172, 174 (südlicher Indik, Schl.-N. 1000—1850 u. V.), 240 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung (nach meinen Befunden und denen von Immermann [vergl. auch 1904, S. 87]). Verhältnismäßig häufig in den wärmeren Gebieten des Atlantik und im südlichen Indik. Im nördlichen Indik nur ganz vereinzelt. Hier tritt an Stelle dieser Form die ihr nahe verwandte, aber im vorliegenden Material nicht durch eigentliche Uebergänge verbundene folgende Art. Wahrscheinlich Bewohnerin der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400—1000 m).

Au. indicum n. sp.

Taf. VI, Fig. 58.

Radialstacheln zierlicher als bei voriger Form, mit annähernd kugeligem Endknopf, mit 9—10 nahezu geraden, schwach bezahnten Terminalästen. Dieselben bilden einen äußeren Kranz von 4—6 und eine kronenförmige Scheitelgruppe von 3—5 Aesten. Ihre Anordnung und ihr schwach welliger Verlauf erinnert an die Verhältnisse bei *Au. bicorne*, jedoch sind sie wesentlich kürzer und zarter und haben eine spärlichere und schwächere Bezahnung. Trotzdem einzelne Exemplare von *Au. bicorne* Anklänge an die vorliegende Form zeigen (siehe oben), ist der ganze Habitus der Stacheln der beiden Formen doch so verschieden, daß vorläufig zwei besondere Arten angenommen werden müssen.

Vollständige Exemplare wurden nicht gefunden.

Fundorte: T.-St. 22 (canarische Strömung, V.), 66 (Golf von Guinea, Schl.-N. 500 bis 300), 207, 218, 230, 236, 237, 240 (nördlicher Indik, V.). *Au. indicum* bildet im nördlichen Indik eine vikariierende Form zu dem in den wärmeren Gebieten des Atlantik und im südlichen Indik verbreiteten *Au. bicorne*. Außerhalb des Indik wurde *Au. indicum* nur einmal im canarischen Strom gefunden. Wahrscheinlich bewohnt auch diese Form die *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400—1000 m).

Au. antarcticum n. sp.

Taf. VI, Fig. 59.

Den vorigen beiden Formen sehr nahestehend, aber durch die flache Form der Krone, sowie die größere Zahl der Terminaläste, ihren gleichmäßiger gebogenen Verlauf und die fast ganz reduzierte Bezahnung unterschieden. In vieler Hinsicht zeigt diese Form Anklänge an *Au. pulvinatum*.

Die Radialstacheln sind, wie bei *Au. indicum*, in Form einer kugeligen Beere aufgetrieben, Die Zahl der Terminaläste beträgt elf bis fünfzehn. Dieselben bilden in der Regel zwei Kränze und eine centrale Gruppe von ein bis drei Aesten. Die Aeste des äußeren Kranzes sind beinahe 3mal so lang als die centralen Aeste, sie haben einen stark tangentialen, schwach gebogenen Verlauf und sind in ihrer proximalen Hälfte fast vollkommen glatt und nur in der distalen Hälfte mit winzigen Zähnchen bewaffnet. Die Aeste des inneren

Kranzes sind etwa 1½mal so lang als die centralen und nehmen bezüglich ihres Verlaufes und ihrer Bezahnung eine Mittelstellung zwischen den äußeren und centralen ein. Die centralen Aeste sind gerade und mit zahlreichen winzigen Zähnchen unregelmäßig bedeckt.

Die wenigen mir vorliegenden Exemplare sind unvollständig.

Fundort: T.-St. 139, 149 (Antarktis, V.).

Au. polystylum n. sp.

Taf. XLIII, Fig. 318, 318a.

Dem vorigen hinsichtlich der doldenförmigen Anordnung der Terminaläste ähnlich, jedoch ist der Endknopf der Radialstacheln mehr keulenförmig in die Länge gezogen, die Terminaläste sind zahlreicher (20—25), sie sind nicht in 2—3, sondern in 4—5 unregelmäßigen Kränzen angeordnet, und die Größenunterschiede zwischen den peripheren und centralen Aesten sind geringer, insofern die ersteren höchstens 2mal so lang als die letzteren sind. Im ganzen Habitus zeigen die Stacheln eine entfernte Aehnlichkeit mit denen von *Aulocoryne zetesios* (vergl. Taf. XLIII, Fig. 317 mit der bei gleicher Vergrößerung wiedergegebenen Fig. 316).

b) *Pulvinatum*-Gruppe. Terminaläste verhältnismäßig kurz, weniger gebogen, mit meistens reihenartig angeordneten Zähnchen. Endknopf der Radialstacheln meist kissenförmig.

Au. pulvinatum Haeckel.

Taf. VI, Fig. 50 und 51.

Aulographis (Aulographonium) pulvinata Haeckel, Rep., p. 1582, Tab CIII, Fig 26; *Aulographis moorensis* Fowler, 1898; *Aulographis pulvinata* Borgert, Nord Trip., S. 6, Fig. 4, 4a; Immermann, 1904, S. 60, Taf. VI, Fig. 9.

Radialstacheln am distalen Ende mit einer linsen- oder kolbenförmigen Auftreibung und mit einem doppelten Kranze von doldenförmig angeordneten, geraden oder leicht gebogenen Endästen, von denen die einen in den Zwischenräumen zwischen den anderen stehen. Die Endäste sind 2—3mal so lang, als der Stachel dick ist, und an den einander zugekehrten Seiten mit je einer Reihe kleiner, sägenartig angeordneter Zähnchen besetzt.

In dem mir vorliegenden Material fanden sich zwei extreme Typen, zwischen welchen alle Abstufungen existieren:

α) *Au. pulvinatum typicum* (Taf. VI, Fig. 50). Die Endauftreibung der Radialstacheln bildet eine bikonvexe Linse („a broad, circular, biconvex cushion", Haeckel). Die Terminaläste des äußeren Kranzes verlaufen mehr tangential und bilden zusammen eine flache Schale. Die Zahl der Terminaläste beträgt im äußeren Kranze durchnittlich 8, im inneren 6.

β) *Au. pulvinatum coronatum* (Taf. VI, Fig. 51). Die Endauftreibung der Radialstacheln ist wenig stark ausgebildet und hat eine mehr kolbenförmige Gestalt. Die Terminaläste des äußeren Kranzes sind schlanker, haben einen mehr radialen, steileren Verlauf und bilden zusammen einen Korb. Die Zahl der Terminaläste des äußeren Kranzes beträgt durchschnittlich 5 bis 6, die des inneren gewöhnlich 3.

Bei einem in T.-St. 135 gefischten Exemplar mit vielfach verbildeten Stacheln fanden sich auch gegabelte Terminaläste vor (Taf. XLIII, Fig. 317, 317a).

Trotz des häufigen Vorkommens fanden sich niemals vollständige Exemplare vor, was auf eine große Zartheit des Weichkörpers schließen läßt.

Fundorte: Ch.-St. 298 (südöstlicher Pacifik); Färöe-Kanal, nördlicher Ast des Golfstromes (Schl.-N. 640—880 m, FOWLER); Irmingersee, südlicher Aequatorialstrom (0—600 und 0—500 m Tiefe, IMMERMANN); T.-St. 14 (Golfstrom, V., typ.), 32 (canarische Strömung, V., var. β), 41, 44 (Guineastrom, V., var. β), 50 (Südäquatorialstrom, V., var. β), 66 (Golf von Guinea, V.), 135 (Antarktis, V., verkrüppeltes Exemplar, Taf. XLIII, Fig. 317, 317a), 174 (indischer Südäquatorialstrom, V., typ.), 214, 218 (nördlicher Indik, V., var. β), 237, 240 (nördlicher Indik, V., typ.) u. a.

Verbreitung. Während IMMERMANN (1904, S. 70) geneigt ist, unsere Art als eine Form der kalten Regionen anzusprechen, zeigt die Fundortliste der „Valdivia" umgekehrt, daß ihr Verbreitungsgebiet sich hauptsächlich auf die wärmeren, ja eigentlich tropischen Meeresgebiete erstreckt. Ihr Vorkommen in den Mischgebieten (Färöe-Kanal, Irmingersee) ist eher als ein ausnahmsweises, sekundäres zu bezeichnen. Mit dieser Auffassung ist auch im Einklang, daß das einzige in der Antarktis gefundene Exemplar (Taf. XLIII, Fig. 317, 317a) alle möglichen Verbildungen und Abnormitäten der Terminaläste aufweist.

Nach den bisher vorliegenden Daten dürfte *Au. pulvinatum* der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht angehören (400—1000 m).

Au. anthoides n. sp.

Taf. V, Fig. 49; Taf. VI, Fig. 52.

Hinsichtlich der Anordnung der Terminaläste dem *Au. pulvinatum coronatum* ähnlich, aber von ihm unterschieden durch die geringe Zahl der Terminaläste, deren schlankere Form und korbförmige Anordnung, sowie vor allem durch die gleichmäßige, nicht zweireihige Anordnung der winzigen Dornen. Die Auftreibung des Distalendes der Stacheln ist viel weniger als bei *A. pulvinatum* entwickelt und kann sogar ganz fehlen.

Sehr charakteristisch ist vor allem die Anordnung der leicht nach innen gebogenen Terminaläste: fünf oder sechs periphere Aeste sind um einen oder zwei centrale angeordnet, wie die Antheren einer Blüte um das Pistill.

Ein vollständiges Exemplar hatte einen Durchmesser von 1,8—2 mm und enthielt eine Centralkapsel.

Fundort: T.-St. 135 (Antarktis, V.).

5. Gattung. *Aulocoryne* FOWLER.

Im Jahre 1898 hat G. HERBERT FOWLER in der Ausbeute des „Research" ein Exemplar einer Aulacanthiden-Art gefunden, welche sich durch die eigentümliche Beschaffenheit der „Appendikular-Organe" der Radialstacheln von allen anderen Angehörigen der Familie unterscheidet und in dieser Hinsicht höchstens mit einigen entfernter stehenden Formen, insbesondere mit *Coelodrymus ancoratus* (HAECK., Rep., p. 1738, Taf. CXXI, Fig. 10) verglichen werden kann. Auf dem kolbig aufgetriebenen Distalende der Radialstacheln erhebt sich eine große Zahl (100—150) von sehr dünnen, hohlen, korkzieherartig gewundenen, fein gezähnelten und mit Endspathillen abschließenden Terminalästen. Charakteristisch ist ferner, wie später IMMERMANN hervorgehoben

hat, die außerordentliche Menge der Radialstacheln, welche einen dichten Wald bilden und jedenfalls enger nebeneinander stehen, als dies bei irgend einer anderen Aulacanthiden-Art der Fall ist. Fowler hat der neu gefundenen Form den Gattungsnamen *Aulocoryne* (αὐλός, Röhre; κορύνη, Keule) und zu Ehren des Expeditionsschiffes „Research" die Artbezeichnung *zetesios* (ζήτησις = research) gegeben.

Borgert und nach ihm Immermann haben dieselbe Art in der Ausbeute des „National" wiedergefunden. Ersterer hat sie der Haeckel'schen Gattung *Aulographis* einverleibt, letzterer mit den Formen der Haeckel'schen Untergattung *Aulographonium* in der Gattung *Aulocoryne* Fowler vereinigt.

Ich muß zugeben, daß unsere Art, was den Aufbau der Stacheläste anbelangt, den Gliedern der *candelabrum*- und *pulvinatum*-Gruppe unter allen Aulacanthiden am nächsten steht. Insbesondere zeigt sie gewisse Anklänge an *Aulographis (Aulographonium) verticillata* Haeckel (Rep., p. 1582, Taf. CV, Fig. 12) und ebenso an *Aulographonium polystylum* n. sp. (Taf. XLIII, Fig. 318, 318a). Aber die außerordentlich zarte Beschaffenheit und die große Zahl der Terminaläste, ihre blumenstraußähnliche Gruppierung und die dichte Anordnung der Radialstacheln selber geben der Form ein so charakteristisches Gepräge und weisen insbesondere auf ein so eigentümliches Oberflächenrelief des lebenden Weichkörpers hin, daß die Vereinigung unserer Art beispielsweise mit *Aulographonium mediterraneum* (Taf. VI, Fig. 55 u. a.) und deren nächsten Verwandten in einer und derselben Gattung nicht thunlich erscheint. Ich ziehe es daher vor, die Fowler'sche Gattung *Aulocoryne* nicht mit den Formen der Haeckel'schen Untergattung *Aulographonium* zu vereinigen, sondern als selbständige Gattung fortzuführen.

Die Gattungsdiagnose würde danach lauten:

Aulocoryne Fowler (nec Immermann).

Dem kolbenförmig aufgeblasenen Distalende der Radialstacheln sitzen sehr zahlreiche (100—150) fadenförmige, zickzackförmig verlaufende, mit feinsten Zähnchen und mit Endspathillen ausgestattete Terminaläste auf.

Au. zetesios Fowler.

Taf. V, Fig. 46; Taf. XLIII, Fig. 316, 316a

Aulocoryne zetesios Fowler, 1898, p. 1027, Taf. LXVI, Fig. 5, 6.
Aulographis zetesios (Fowler) Borgert, Nord. Trip., S. 7, Fig. 5.
Aulocoryne zetesios Immermann, 1904, S. 61, Taf. VII, Fig. 1.

R a d i a l s t a c h e l n dichtgedrängt, nahezu cylindrisch, am distalen Ende mit einer kolbigen Auftreibung, unterhalb welcher sich mitunter eine leichte halsartige Einschnürung findet. Das proximale Ende ist gleichfalls etwas verdünnt und schließt mit einer runden Kuppe ab.

Die sehr zahlreichen (100—150) Terminaläste haben die Gestalt von feinen, korkzieherartig gewundenen Fäden und strahlen nach allen Richtungen, mit Ausnahme eines den Stachelschaft umgebenden, kegelförmigen Raumes, aus. Die distalen haben einen mehr gestreckten, die proximalen, etwas kürzeren, einen stärker gebogenen Verlauf. Sie sind in ihrer ganzen Länge mit feinsten Dornen und am Distalende mit einer gezähnelten, linsenförmigen Spathille versehen[1].

[1] Auf die Aehnlichkeit der Terminalfäden mit den Spicula von *Cannorraphis spathillata* Haeckel (Rep., Taf. CI, Fig. 5) und mit den Ankerfäden von *Coelodrymus ancoratus* Haeckel (Rep., Taf. CXXI, Fig. 10) hat schon Fowler aufmerksam gemacht.

Bemerkenswert ist die außerordentliche Länge der Radialstacheln. Sie sind vier Millimeter lang, also doppelt so lang als die Radialstacheln der größeren tiefenbewohnenden Aulacanthiden (1,5—2 mm) und 6—7mal so lang als die Nadeln der kleinen *Aulacantha scolymantha typica* (0,6—0,7 mm).

Schon den früheren Beobachtern ist ferner die große Zahl und die dichte, büschelförmige Anordnung der Radialstacheln aufgefallen. IMMERMANN vergleicht sie mit einem dichten Wald, und in der That gewähren diese bündelweise zusammengehäuften Nadeln, die gewöhnlich das einzige Ueberbleibsel des Tieres bilden, einen ganz eigenartigen Anblick, von welchem die in Fig. 316 (Taf. XLIII) abgebildete Gruppe vielleicht einigermaßen eine Vorstellung zu geben vermag. Genaueres über Zahl und Anordnung der Stacheln kann ich so wenig wie meine Vorgänger aussagen, da mir ebenfalls keine vollständig erhaltenen Exemplare vorlagen. Immerhin ließ ein mit 3 Centralkapseln versehenes, wenigstens teilweise gut erhaltenes, obschon durch Druck stark deformiertes Exemplar einige Einzelheiten erkennen, deren Erwähnung vielleicht nicht ohne Interesse ist. Der erhalten gebliebene Weichkörperrest war plattgedrückt und hatte ungefähr die Form eines Ovals mit einem längsten Durchmesser von 4,5 mm. Er war der Länge nach durchsetzt von einem fächerförmigen Büschel von 90—100 Radialstacheln, deren Köpfe sämtlich nach dem breiteren Pole gerichtet waren und ungefähr ein Drittel der Peripherie des Ovales einnahmen. Da, wo sich die distalen Enden der etwa 4 mm langen Stacheln durchkreuzten, lagen die 3 Centralkapseln, umgeben von einem spärlichen Phäodium, und ebendaselbst war auch ein lockerer Filz von Tangentialnadeln zu erkennen. Ich war zuerst auf die Vermutung gekommen, daß hier thatsächlich ein ganzes Tier vorliege, und daß also die Radialstacheln von *Aulocoryne zetesios* nicht allseitig angeordnet sind, wie diejenigen aller anderen Aulacanthiden, sondern einen kegelförmigen Büschel bilden, wie ich dies in den Teilhälften von *Aulokleptes* beobachten konnte und wie dies von den *Litholophus*-Zuständen gewisser Acantharien her bekannt ist [1]). Die vollkommen einseitige Lagerung aller Nadelköpfe bei dem vorliegenden und die regelmäßig büschelförmige Anordnung der Stacheln bei allen anderen *Aulocoryne*-Resten würde für diese Annahme sprechen. Indessen ist es selbstverständlich ebensogut möglich, daß auch das hier näher beschriebene Exemplar nur ein Bruchstück darstellt.

Bei einem anderen, nur eine Centralkapsel enthaltenden Bruchstück fanden sich im Phäodium eine größere Anzahl von Globigerinenschalen vor, welche ihrer Lage nach nicht wohl als künstliche Beimengung gedeutet werden können. Da ich bei keiner anderen Aulacanthide im Phäodium Foraminiferengehäuse gefunden habe, so würde es sich hier um ein sehr auffälliges Vorkommnis handeln.

Es seien zum Schluß einige Worte über die mutmaßliche Bedeutung der eigenartigen Stachelform von *Aulocoryne* hinzugefügt. Wenn auch auf sämtlichen meinen Präparaten die Köpfe mit ihren Endbüscheln keinen Calymma- oder Sarkodeüberzug zeigten, so scheint es mir doch, im Hinblick auf die zahlreichen sichergestellten Fälle bei anderen Tripyleen, zweifellos zu sein, daß von den Spathillen der Terminaläste auch hier eine äußerste, häutchenartig differenzierte Sarkodeschicht getragen wird. Danach ist anzunehmen, daß, wenigstens unter bestimmten Umständen, der Weichkörper ebensoviel knopfförmige Ausstülpungen zeigt, wie Nadelköpfe vorhanden sind, und weiter darf man wohl die Vermutung hinzufügen, daß die einzelnen Büschel von

1) Vergl. POPOFSKY, 1904, Taf. III, Fig. 8 u. a.

Terminalästen gewissermaßen elastische Polster darstellen, welche, wie zahlreiche andere Einrichtungen im Tripyleenskelett die Aufgabe haben, von außen kommende Druckwirkungen abzuschwächen und zu verteilen.

Fundorte: Färöe-Kanal, nördlicher Ast des Golfstromes (Schl.-N. 335—465 m; FOWLER); Irmingersee (V. 0—600 m; IMMERMANN); T.-St. 29 (canarische Strömung, V., Reste), 44 (Guineastrom, V., 1 Exemplar mit 3 Centralkapseln); 66 (Golf von Guinea, Schl.-N. 700—600 m, 1 Exemplar mit 1 Centralkapsel); 218 (nördlicher Indik, V., Reste).

Verbreitung. IMMERMANN (1904, S. 85) rechnet *Aulocoryne zetesios* unter diejenigen Formen, welche für kältere Strömungen charakteristisch sind. Aus dem durch die Ausbeute der „Valdivia“ etwas vervollständigten Fundortsverzeichnis geht hervor, daß unsere Form auch in eigentlich tropischen Gebieten zu Hause ist, also offenbar eine sehr weite Verbreitung besitzt.

Nach den bisherigen Beobachtungen ist *Aulocoryne zetesios* eine Bewohnerin der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400—1000 m).

6. Gattung. *Aulopetasus* nov. gen.

(αὐλός, Röhre; πέτασος, Dolde.)

Diese neu aufzustellende Gattung ist charakterisiert durch den Besitz von wenigen verzweigten Terminalästen, von denen einer aufrecht steht und die Fortsetzung des Stachelschaftes bildet, während die anderen von der Basis des Centralastes annähernd horizontal abgehen und einen regelmäßigen Quirl bilden (Taf. V, Fig. 47 und 48).

Aulopetasus zeigt so im allgemeinen Aufbau der Stacheln eine gewisse Konvergenz mit den einfacher gebauten *Aulographonium*-Arten, insbesondere mit *Aulographonium mediterraneum* (Taf. VI, Fig. 53—55), andererseits mit der später zu besprechenden *Aulospathis monodon* (Taf. VII, Fig. 80). Von beiden Formen ist sie aber durch den Mangel von scheibenförmigen Endspathillen und durch die Endverzweigung sämtlicher Aeste unterschieden, von ersterer außerdem durch die Derbheit, die Glätte und den mehr geraden Verlauf der Terminaläste. Von der Gattung *Auloceros*, mit welcher *Aulopetasus* die regelmäßige Verzweigung der Aeste gemein hat, unterscheidet sich die neue Gattung durch die Abgangsrichtung und die hohle Beschaffenheit der Terminaläste.

Aulopetasus charoides nov. spec.

(*Chara*, die typische Gattung der Armleuchtergewächse oder Characeen.)

Taf. V, Fig. 47 und 48.

Radialstacheln schwach spindelförmig aufgetrieben, am proximalen Ende eiförmig abgerundet, gegen das distale Ende zu beträchtlich verjüngt.

Fünf bis sechs hohle Terminaläste, von denen einer die Fortsetzung des Stachelschaftes bildet, die 4 oder 5 anderen einen regelmäßigen Quirl bilden. Der centrale Ast ist gerade, anderthalbmal so dick als die Quirläste und in der Mitte vielfach schwach spindelförmig aufgetrieben. Die seitlichen Quirläste gehen unter rechtem Winkel vom Stachelschafte ab, zeigen eine gleichmäßige schwache Aufwärtsbiegung und sind um ein Drittel länger, etwas

dünner und dünnwandiger als der Centralast. Sämtliche Aeste sind an ihrem Ende verzweigt und tragen 2—4 kurze, stark divergierende, mit bedornten Endknöpfen versehene Sekundäräste.

Im ganzen sind hauptsächlich 2 Stacheltypen gefunden worden: Stacheln mit einem Central-, vier peripheren Terminal- und jeweils vier sekundären Aesten (Fig. 47) und Stacheln mit einem centralen, fünf peripheren Terminal- und je drei sekundären Aesten. Einmal fand sich neben Stacheln des zweiten Typus auch einer mit 4 peripheren Terminal- und 2, 3 oder 4 sekundären Aesten.

Es wurden stets nur Reste mit einzelnen Stacheln vorgefunden, so daß über die Größe des Weichkörpers und die Zahl der Centralkapseln keine Aussagen gemacht werden können.

Fundorte: T.-St. 40, 41, 43, 44 (Guineastrom, V.), 73 (Benguelastrom, V.), 215 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. Die eigentliche Heimat dieser Form scheinen die wärmeren Meeresgebiete zu sein. Ueber die Vertikalverbreitung läßt sich nichts sagen, da sie nur in Vertikalnetzzügen gefunden wurde.

7. Gattung. *Aulospathis* HAECKEL.

Diese Gattung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Radialstacheln sowohl mit terminalen, als mit lateralen Aesten versehen sind. Die Terminaläste erheben sich von der Spitze des Stachels, die lateralen sind entweder zu einem Quirl vereinigt oder auf eine kleinere oder größere Strecke des Stachels verteilt. Sämtliche Aeste sind mit Spathillen ausgestattet.

HAECKEL unterscheidet 2 Untergattungen. Die durch eine blasige oder eiförmige Auftreibung des Stachelendes ausgezeichnete Untergattung *Aulospathessa* (vergl. hier Taf. VII, Fig. 72 bis 75) umfaßt 4 Arten:

- *Au. bifurca* mit gewöhnlich 2 Terminalästen,
- *Au. trifurca* mit gewöhnlich 3 Terminalästen,
- *Au. quadrifurca* mit 4 Terminalästen,
- *Au. polymorpha* mit einer wechselnden Zahl von Terminalästen (die meisten Stacheln haben 3, andere 2 oder 4, zuweilen auch 5 oder 6 Terminaläste).

Die Untergattung *Aulospathilla* setzt sich aus denjenigen Arten zusammen, bei welchen die Radialstacheln gleichmäßig cylindrisch geformt sind oder sich gegen das distale Ende hin verjüngen. Es gehören hierher 6 Arten:

- *Au. diodon* mit 2 Terminalästen,
- *Au. triodon* mit 3 Terminalästen,
- *Au. tetrodon* mit 4 Terminalästen,
- *Au. hexodon* mit 3 gegabelten Terminalästen (einzelne Stacheln tragen nur 3 einfache oder einige wenige unregelmäßig verzweigte Aeste),
- *Au. furcata* mit einer wechselnden Zahl von ungleichen Terminalästen, welche zum Teil einfach, zum Teil unregelmäßig gegabelt oder verzweigt sind (die Zahl der Terminaläste beträgt gewöhnlich 3 oder 4, seltener 2 oder 5 oder 6; der Proximalquirl ist sehr unregelmäßig),

Au. variabilis mit einer wechselnden Zahl von ungleichen Terminalästen, welche durchweg einfach, niemals gegabelt sind (ihre Zahl beträgt meistens 3 oder 4, oft auch 2, selten 5—8).

Sämtliche Formen wurden im Pacifischen Ocean gefischt. HAECKEL giebt noch an, daß die Zahl der Aeste der beiden Quirle sehr variabel ist, so daß die 10 beschriebenen Arten „DARWINische Arten" sind, welche entweder von *Aulospathis polymorpha* oder von *Au. variabilis* abstammen.

Wie ich bereits früher [1]) mitgeteilt habe, gehen thatsächlich wenigstens die HAECKEL'schen *Aulospathis*-Arten und einige andere Formen sämtlich ineinander über und haben daher nur den Rang von nebeneinander vorkommenden Rassen, bezw. geographischen Unterarten.

„Welche dieser Unterarten die eigentliche Stammform darstellt, mag zunächst dahingestellt sein. In der Gegenwart ist jedenfalls *Au. triodon* (Taf. VII, Fig. 78) die verbreitetste Form, und mit ihr sind fast alle übrigen direkt oder indirekt durch Zwischenstufen verbunden. So finden wir auf der Route der „Valdivia" nördlich des Aequators neben *Au. triodon*, und mit ihr durch Uebergänge verbunden, *Au. tetrodon* (Fig. 77), in den äquatorialen Gegenden des Indik schließt sich an *triodon* und *tetrodon* die Form *aulodendroides* (n. subsp.) mit zerstreut stehenden Proximalästen und spindelartig aufgetriebenem Schafte an (Fig. 70, 71, 76), südlich des Aequators geht *triodon* ganz allmählich in *diodon* (Fig. 79) über und steht mittelbar durch diese Form mit *monodon* (Fig. 80) in Verbindung. Die wärmeren Gegenden der Oceane scheinen auch den Mutterboden für die Formen *trifurca* und *bifurca* (Fig. 72—75) zu bilden. In diesen Gebieten finden sich nämlich zwischen *trifurca-bifurca* einerseits und *triodon-diodon* andererseits alle Uebergangsstufen, während in den kälteren Meeren eine stärkere Emancipation wenigstens der Unterart *bifurca* (Fig. 75) eingetreten zu sein scheint.

„Im Gegensatz zu den meisten bisher genannten Formen, welche in ausgeprägter Weise den Charakter von geographischen Unterarten tragen, scheinen die HAECKEL'schen Arten *hexodon* und *furcata* keine lokal begrenzte Verbreitung zu haben, wenigstens zeigt *triodon* in nahezu allen Meeresteilen hier und da die Neigung zu einfacher oder doppelter Gabelung der Terminal- und Proximaläste und führt auf diese Weise zu den beiden gabelästigen Typen hinüber (Fig. 82—84.)

„Wir hätten also das Beispiel einer wahrhaft kosmopolitischen Großart vor uns, welche die Tendenz hat, in den einzelnen Meeresgebieten Rassen und lokal begrenzte Nebenarten zu bilden, und alle hier aufgezählten Formen würden folgerichtig trinär zu benennen sein, z. B. *Aulospathis variabilis triodon*, *Au. variabilis tetrodon* u. s. w. Eine Ausnahmestellung nimmt nach dem bisher vorliegenden Material die in der antarktischen Trift verbreitete *Au. pinus* n. sp. (Taf. VI, Fig. 68 u. a.) ein, für welche Uebergänge zu *triodon* und zu einer der anderen Formen fehlen und welche daher bis auf weiteres als eine zweite selbständige Art zu betrachten ist."

Ich möchte zu dem Gesagten zunächst noch einige Ergänzungen und Erläuterungen hinzufügen.

Typische *triodon*-Exemplare (Fig. 78) wurden vom „Challenger" im nördlichen Pacifik, vom „National" in der Sargassosee, von der „Valdivia" im Guinea-, Südäquatorial- und Benguelastrom, im indischen Gegenstrom und in der Antarktis gefischt. Die Form *triodon* ist danach die einzige,

1) Bericht, 1904, S. 125.

welche in fast allen größeren Meeresgebieten gleichmäßig vorkommt, und ist insbesondere sowohl im Kalt- wie im Warmwasser verbreitet.

In einer Reihenfolge von Stationen des wärmeren Atlantik fanden sich teils an Stelle, teils neben der Form *triodon* typische *tetrodon*-Exemplare (Fig. 77), so in den Stationen 22 (canarische Strömung), 39, 40, 41 (Guineastrom), 64, 66 (Golf von Guinea). Außerdem wurden *tetrodon*-Exemplare vom „Challenger" im nördlichen Pacifik, in der „Strömung der westlichen Winde", also ungefähr auf der Breite von Yokohama und San Francisco gefischt. Im ganzen darf man daher nach dem bisher vorliegenden Material sagen, daß die Varietät *triodon* hauptsächlich in wärmeren Meeresgebieten die Neigung hat, in *tetrodon* überzugehen.

Damit steht im Einklang, daß die Form *aulodendroides* (Fig. 70, 71, 76), welche die schon von *tetrodon* angebahnte Vermehrung der Terminaläste fortsetzt, eine ausgesprochene Bewohnerin wärmerer Meeresgebiete ist. Diese Varietät leitet sich in der Weise von *triodon* und *tetrodon* ab, daß entweder eine Vermehrung der Zahl der Terminaläste bis auf acht erfolgt, oder daß die gleichfalls vermehrten Seitenäste die Quirlstellung aufgeben und sich auf eine größere Strecke verteilen, oder daß beide Entwickelungsrichtungen gleichzeitig eingeschlagen werden. So zeigt die Fig. 76, welche von einem Exemplar von Station 190 (indischer Gegenstrom) stammt, eine beträchtliche Vermehrung der Zahl der Terminaläste und erinnert darin, sowie hinsichtlich der polsterartigen Verbreiterung des Stachelendes an *Au. pulvinatum* und andere *Aulographonium*-Arten; andere Exemplare aus den äquatorialen Gebieten des Indik weisen, wie Fig. 71 zeigt, eine außerordentliche Tendenz zur Vermehrung und zum Auseinanderrücken der Proximaläste auf, so daß 20—25 kurze Aeste über das distale Viertel der Radialstacheln zerstreut sind, und wieder andere Exemplare kombinieren die beiden Modifikationen des *tetrodon*-Typus (Fig. 70). Alle hierher gehörigen Formen sind noch dadurch ausgezeichnet, daß die Radialstacheln eine mehr oder weniger starke spindelförmige Auftreibung des Schaftes aufweisen.

Beinahe alle Exemplare der Varietät *aulodendroides* zeigten im „Valdivia"-Material eine verhältnismäßig große Zahl von Centralkapseln. In den Fällen, in welchen die Zahl mit Sicherheit festgestellt werden konnte, wurden gewöhnlich acht oder sechzehn vorgefunden (Taf. IX, Fig. 89). Es steht also die Varietät *aulodendroides* in dieser Hinsicht an der Spitze sämtlicher Aulacanthiden und damit überhaupt aller Tripyleen, und nur *Auloklептes ramosus* kommt ihr einigermaßen nahe. Es lag daher der Gedanke nahe, daß vielleicht die Form *aulodendroides* überhaupt nur ein Altersstufe von *triodon* und *tetrodon* darstelle, und daß sie also aus der letzteren unter Vermehrung der Zahl der Centralkapseln und unter Substitution der *triodon*- und *tetrodon*-durch *aulodendroides*-Stacheln, möglicherweise auch unter Streckung der Stacheln, insbesondere in der Region des Proximalquirls, hervorgehe.

Indessen ist gegenüber der Auffassung, daß die Form *aulodendroides* ausschließlich eine Altersstufe darstelle, hervorzuheben, daß sich vereinzelt (St. 207) auch typische *aulodendroides*-Exemplare mit wenigen Radialstacheln und mit einer einzigen Centralkapsel und andererseits (St. 64) echte *tetrodon*-Exemplare mit der größten beobachteten Kapselzahl, nämlich mit 16 Centralkapseln, vorfanden.

Zusammenfassend wird man also sagen können, daß vorwiegend in den wärmeren Gebieten des Atlantik und Indik die Form *tetrodon* nicht nur die Tendenz zur Vermehrung der Zahl der Centralkapseln und damit also zur Koloniebildung zeigt, sondern auch die Neigung hat, in

die Form *aulodendroides* überzugehen. Etwas Aehnliches scheint auch für den Pacifik zu gelten. Nach Haeckel fanden sich in den „Challenger"-Stationen 271—274, also im centralen Teil des Pacifik, zwischen dem Aequator und dem 10. südlichen Breitengrad, die als *Aulospathis variabilis* bezeichneten Exemplare vor, deren Stacheln zum Teil 5—8 Terminaläste trugen und durch einen unregelmäßigen Proximalquirl ausgezeichnet waren. Offenbar besteht also hier eine ganz ähnliche Entwickelungstendenz, wie bei den atlantischen und indischen *aulodendroides*-Exemplaren.

In den südlicheren Teilen des Atlantik zeigt die Form *triodon* die Neigung, in die Form *diodon* (Fig. 79) überzugehen. Schon in dem verhältnismäßig kühlen Benguelastrom und in den angrenzenden indifferenten Meeresgebieten treten neben *triodon* teils Mischformen von *triodon* und *diodon*, teils reine *diodon*-Exemplare auf (St. 66, 74, 91, 120). Besonders zahlreich finden sich aber *diodon*-Exemplare in den antarktischen Stationen (St. 135, 142, 145, 149) neben *triodon* und *pinus*, so daß wir also von einer ausgesprochenen Kaltwasserform reden können. Mit anderen im Kaltwasser lebenden Aulacanthiden hat die Varietät *diodon* die verhältnismäßig große Zahl von Radialstacheln gemeinsam. Während nämlich in den wärmeren Meeren die Zahl der Stacheln von *tetrodon* und *triodon* im Durchschnitt 20—30 beträgt, steigt diese Zahl bei den eigentlich antarktischen *diodon* Exemplaren (St. 145, 149) auf 70 oder 80.

Vom „Challenger" wurde die Form *diodon* in Station 231 des nördlichen Pacifik, im Gebiet des Kuro-Siwo, in größeren Tiefen gefischt. Da der Kuro-Siwo weiter nördlich von polaren Gegenströmungen gekreuzt wird, so wird man dieses Vorkommen in dem Sinne deuten dürfen, daß *Au. diodon* auch in den kälteren Teilen und in den Mischgebieten des nördlichen Pacifik heimisch ist. Unsere Form dürfte sich also bei weiterer Untersuchung als eine bipolare herausstellen.

Mit der Varietät *diodon* ist die Form *monodon* durch Uebergänge verbunden. Dasjenige Meeresgebiet, in welchem sich Exemplare mit gemischten *diodon*- und *monodon*-Stacheln finden, ist der Benguelastrom, also derselbe Meeresteil, welcher auch die Uebergangsformen zwischen *triodon* und *diodon* beherbergt. Hier fanden sich an verschiedenen Stationen (St. 66, 74, 90) Exemplare, deren Stacheln zur Hälfte dem *diodon*-, zur Hälfte dem *monodon*-Typus folgen. Während nun aber von diesem Uebergangsgebiet aus die Varietät *diodon* sich ausschließlich in die eigentlich antarktischen Regionen ausbreitet, ist *monodon* umgekehrt als eine Warmwasserform zu betrachten, insofern sie sich besonders zahlreich und in reinen Exemplaren im Golf von Guinea (St. 74, 73, 66) und namentlich im Guineastrom (St. 54, 44, 43, 42, 41) vorfand. Auch vom „National" wurde die Form *monodon* in einem benachbarten Meeresgebiete, nämlich im südlichen Aequatorialstrom, gefischt.

In den wärmeren Gebieten hängen auch, wie wir sahen, diejenigen *Aulospathis*-Formen mit der Gruppe *triodon-diodon* zusammen, welche von Haeckel in die Untergattung *Aulospathessa* eingereiht worden sind und welche durch blasig aufgetriebene Stachelenden charakterisiert sind, insbesondere die Formen *bifurca* und *trifurca*. Dieser allmähliche Uebergang kommt in verschiedener Weise zum Ausdruck. Einerseits fanden sich nämlich an verschiedenen, in wärmeren und gemischten Gebieten gelegenen Stationen (St. 54, 174) neben typischen *bifurca*-Exemplaren Uebergangsformen zwischen *triodon* und *trifurca-bifurca* vor, bei welchen die Stachelenden nur wenig aufgeblasen waren (Fig. 73 und 74). Andererseits wurden *triodon-tetrodon*-Exemplare mit vereinzelten ausgesprochenen *bifurca*-Stacheln (St. 41; Taf. VI, Fig. 61) und umgekehrt *bifurca*-

Exemplare mit Anklängen an *aulodendroides*, nämlich mit spindelförmig aufgetriebenem Schaft und weit auseinandergezogenem Proximalquirl (St. 88; Taf. VI, Fig. 60), beobachtet. In höheren Breiten, sowohl nach Norden, als nach Süden zu, scheint sich *bifurca-trifurca* mehr und mehr von *tetrodon* zu emancipieren, und so fanden sich denn einerseits im Golfstrom (St. 14), andererseits im südlichen Atlantik und Indik (St. 86, 88, 174, 175) *bifurca*-Exemplare mit überwiegend zweizinkigen, außerordentlich dickwandigen, an den Enden mit mächtiger blasiger Auftreibung versehenen Stacheln (Taf. VII, Fig. 72 und 75), also Formen, die, für sich allein betrachtet, keinerlei Beziehungen zu *triodon* oder *diodon* zeigen würden. Erwähnt soll noch werden, daß vom „National" die Form *bifurca* in der Irmingersee, vom „Challenger" die verschiedenen *Aulospathessa*-Formen in zahlreichen aufeinander folgenden Stationen des südlichen Pacifik, also gleichfalls in kälteren, bezw. gemischten Meeresgebieten angetroffen wurden. Man wird danach wohl sagen dürfen, daß die Varietäten *trifurca* und insbesondere *bifurca* hauptsächlich in zwei zu beiden Seiten des Aequators gelegenen Gürteln mit kühlerem Wasser verbreitet sind, also eine ähnliche Verbreitung besitzen, wie wir sie für *Aulokleptes flosculus* angenommen haben und wie sie von MEISENHEIMER für einige Pteropoden nachgewiesen worden ist (siehe oben S. 66).

Uebergänge zu den HAECKEL'schen Typen *hexodon* und *furcata*, also eine Neigung zur Gabelung der Terminal- und Proximaläste (Taf. VII, Fig. 83 und 84), wurden in den verschiedensten Meeresgebieten und bei den verschiedensten Formen gefunden, so bei *triodon* (St. 16), *aulodendroides* (St. 190), *triodon-diodon* (St. 149), *diodon* (St. 91, 145, 149), *diodon-monodon* (St. 66, 74). Es scheint mir die Annahme kaum abzuweisen zu sein, daß auch die HAECKEL'schen Arten *Au. hexodon* und *furcata* nur gelegentliche Abweichungen der Stammformen darstellen, also Varietäten, wie sie ab und an bei den verschiedensten Aulacanthiden (*Aulographis pandora*, *Aulographonium pulvinatum* u. a.) vorkommen, und für deren Zustandekommen wir zur Zeit die speciellen Bedingungen noch nicht angeben können.

Die einzige mir vorliegende *Aulospathis*-Form, welche trotz sehr häufigen Vorkommens keinerlei Uebergänge zu den anderen Typen zeigt und daher bis auf weiteres als selbständige Art bezeichnet werden muß, ist *Aulospathis pinus* n. sp. (Taf. VIII, Fig. 87), eine Art, die auch durch ihre besondere Verbreitungsweise ein gewisses Interesse beansprucht. Diese Form wurde nämlich einerseits im kühlen Benguelastrom und in benachbarten Mischgebieten sowie vor allem an zahlreichen antarktischen Stationen, also im Kaltwasser erbeutet, andererseits fand sie sich je einmal im Golfstrom, und zwar in einem Schließnetzfang aus der Tiefe von 1850—1550 m, und im südlichen Indik in einem Schließnetzzug aus 1700—1000 m. Während also *Aulospathis pinus* in den kalten und kühlen Meeresteilen eine allgemeine Verbreitung besitzt und hier[1] bis über den 400 m-Horizont heraufgeht, ist sie in wärmeren Gebieten nur an einzelnen Stellen und hier ausschließlich in beträchtlichen Tiefen gefunden worden. Sie schließt sich also einer Gruppe von Organismen an, welche ihre Hauptverbreitung in der Antarktis, zum Teil auch in beiden Eismeeren haben und außerdem in den sehr großen Tiefen der wärmeren Meere verbreitet sind[2].

In Bezug auf die vertikale Verbreitung der Gattung *Aulospathis* haben, wie im Anschluß hieran nochmals hervorgehoben werden soll, die Schließnetzfänge sowohl der Plankton- als auch der Tiefsee-Expedition das bestimmte Ergebnis zu Tage gefördert, daß wohl die meisten hierher

1) Nach den bereits 1904, S. 132 verwerteten Befunden der deutschen Südpol-Expedition.
2) Vergl. CHUN, 1897, S. 61; 1904, S. 124.

gehörigen Formen im allgemeinen tiefere Schichten bewohnen als die Mehrzahl der übrigen Aulacanthiden. Man kommt auf diese Weise dazu, innerhalb der Tuscarorenschicht (400—1500 m) die unteren 500 m als einen besonderen Horizont, die *Aulospathis*-Stufe, zu unterscheiden.

Von Interesse mag in dieser Richtung auch die Beobachtung sein, daß bei 2 in den antarktischen Stationen 145 und 149 gefischten *triodon-diodon*-Exemplaren, wie auf Schnittserien nachgewiesen werden konnte, das Phäodium nur vereinzelte Phäodellen enthielt, dagegen fast ausschließlich aus dicht gehäuften *Fragilaria*- und *Coscinodiscus*-Gehäusen bestand, während die den gleichen Stationen entstammenden Exemplare von *Aulographis stellata*, *Aulokleptes ramosus* und *Auloceros arborescens* in ihrem Phäodium eine große Menge von Phäodellen und Algensporen, dagegen viel weniger Diatomeengehäuse enthielten. Auch diese Beobachtung ist wohl dahin zu deuten, daß die verschiedenen Formen von *Aulospathis* in größeren Tiefen leben, in welchen mit Ausnahme der am meisten resistenten Diatomeengehäuse alles zu Boden sinkende Detritusmaterial bereits eine vollkommene Zersetzung erfahren hat. Die große Menge der aufgenommenen Diatomeen dürfte mit dem geringen Nährwert zusammenhängen, welchen die nur noch dürftige Plasmareste einschließenden Kieselpanzer repräsentieren.

Eine Ausnahme macht *Au. variabilis monodon* (Fig. 80), welche wiederholt auch in den höheren Horizonten, also innerhalb der *pandora*-Stufe, gefischt worden ist. Mit diesem Auftreten in etwas mehr durchwärmten Schichten steht die besondere Form und Funktion ihrer Stacheln im Einklang: mit ihrem langen, spießförmig ausgezogenen distalen Ende buchten sie mehr, als dies bei anderen *Aulospathis*-Formen der Fall ist, das extrakalymmale Sarkodehäutchen aus und bedingen auf diese Weise, entsprechend der dünneren Beschaffenheit des Wassers, eine bedeutende Oberflächenvergrößerung.

Was überhaupt den Zusammenhang zwischen Stachelform und Medium anbelangt, so ist bei den Formen der Gattung *Aulospathis*, welche ihrer Mehrzahl nach sehr tiefe Horizonte bewohnen und sich demgemäß unter ziemlich ähnlichen Temperaturverhältnissen befinden, nicht zu erwarten, daß derartige Beziehungen besonders deutlich hervortreten. Immerhin zeigt es sich, wie ich hier zusammenfassend erwähnen will, daß die von anderen Aulacanthiden bekannte, von den wärmeren nach den kälteren Gebieten hin stattfindende Zunahme der Stachelzahl auch bei *Aulospathis* zu verfolgen ist: so besitzt z. B. die mächtige Varietät *aulodendroides* der tropischen Meere (Taf. IX, Fig. 89) eine verhältnismäßig sehr spärliche Zahl von Stacheln gegenüber den viel kleineren, aus der Antarktis stammenden Exemplaren von *triodon* und *diodon* (Taf. VIII, Fig. 86), bei welchen die Radialstacheln einen dichten Wald mit eng zusammengedrängten Kronen bilden. Mit den bei anderen Tripyleen gemachten Erfahrungen stimmt auch überein, daß bei der ausgesprochen tropischen Form *aulodendroides* die Stacheln sich am meisten der Aehrenform nähern und dadurch eine bedeutende Oberflächenvergrößerung des Weichkörpers bedingen.

Die Tangentialnadeln bilden meist einen ziemlich dichten Mantel. In einzelnen Fällen, so bei *Aulospathis pinus* (Taf. VIII, Fig. 87), wurden auch „Stachelhülsen" beobachtet.

Der Weichkörper hat im geschrumpften Zustand eine kugelige oder ellipsoidische Form (Taf. VIII, Fig. 86, und Taf. IX, Fig. 89). Unter natürlichen Verhältnissen ist zweifellos seine Gestalt durch die Verteilung der Spathillen bedingt, wie in einzelnen Fällen an dem Verlauf des wohlerhaltenen äußeren Sarkodehäutchens deutlich zu erkennen war (Taf. VII, Fig. 81).

Normalerweise ist nur e i n e e i n z i g e C e n t r a l k a p s e l vorhanden. Der Kern zeigt im ruhenden Zustand die von *Aulacantha* her bekannte Radstruktur.

E n t w i c k e l u n g. Teilungsstadien wurden seltener als bei anderen Aulacanthiden beobachtet. Nur bei den tropischen Varietäten *tetrodon* und *aulodendroides* fanden sich sehr häufig die einzelnen Phasen der „Koloniebildung“ mit 8 oder 16 Centralkapseln (Taf. IX, Fig. 89).

Nicht selten wurden jugendliche Exemplare mit einer Centralkapsel und sehr wenigen, d i a m e t r a l gelagerten Radialstacheln angetroffen. So stellt Fig. 88 (Taf. IX) ein Jugendstadium von *Aulospathis pinus* mit 6 Radialstacheln aus der Antarktis, Fig. 103 (Taf. X) ein Exemplar von var. *triodon* mit nur 3 Radialstacheln aus dem tropischen Indik dar.

Die einzelnen Phasen der S t a c h e l b i l d u n g sind bei *Aulospathis* nicht, wie bei *Auloceros* und *Aulokleptes*, zur Beobachtung gelangt, dagegen haben sich häufig Zustände gefunden, die in gewissem Sinne als „Entwickelungshemmungen“ bezeichnet werden können und die so zu erklären sind, daß die Wachstums- und Sprossungsvorgänge der häutigen Stachelanlage nicht zur Durchführung gelangt, bezw. durch verfrühten Eintritt des Verkieselungsprozesses sistiert worden sind. So wurden nicht selten Radialstacheln von *Aulospathis* angetroffen, welche statt ausgebildeter, spathillentragender Terminaläste 4 knospenförmige Ausstülpungen der Stachelwandung trugen (Taf. VI, Fig. 62). Ferner wurden namentlich bei *monodon*- und *diodon*-Exemplaren neben den gewöhnlichen Stacheln kuppenförmig abgeschlossene, eines Terminalquirls entbehrende Nadeln gefunden. Die Kuppen dieser Nadeln sind bald vollkommen glatt (Fig. 65), bald tragen sie an ihrem Scheitel eine Krone von winzigen Dornen (Fig. 66) oder einen einzelnen rudimentären Ast (Fig. 67).

Bemerkenswert ist, daß die Individuen mit derart verkümmerten Stacheliästen in der Regel auch andere Abnormitäten teils an denselben, teils an anderen Stacheln aufwiesen. So zeigt der in Fig. 62 abgebildete Radialstachel nicht bloß verkümmerte Terminaläste, sondern es weisen auch die Lateraläste unregelmäßige Verbiegungen auf. Auch bei den *monodon*- und *diodon*-Exemplaren mit den beschriebenen „Kuppennadeln“ kommen häufig Abweichungen anderer Art, insbesondere Stacheln mit einzelnen gegabelten Aesten vom *furcata*-Typus (Taf. VII, Fig. 84) vor. Es scheint also, daß das Auftreten der oben beschriebenen Entwickelungshemmungen w e n i g e r a u f z u f ä l l i g e n S t ö r u n g e n i m E n t w i c k e l u n g s g a n g d e s e i n z e l n e n S t a c h e l s, a l s a u f e i n e r a b n o r m e n K o n s t i t u t i o n d e r g a n z e n Z e l l e b e r u h t.

Eine ganze Kollektion von Abnormitäten fand sich bei einem Exemplar von *Aulospathis variabilis triodon*, welches von der deutschen Südpol-Expedition[1]) im Gebiet der Winterstation gefischt wurde und welches vor allem darin vom eigentlichen *triodon*-Typus abwich, daß einzelne Radialstacheln eine beträchtliche Vermehrung der Terminal- und Proximaläste und also eine starke Annäherung an die im übrigen als ausgesprochene W a r m w a s s e r f o r m zu betrachtende Varietät *aulodendroides* zeigten. Etwa die Hälfte der Radialstacheln dieses Exemplars sind typische *triodon*- und *tetrodon*-Stacheln mit 3—4 Terminal- und 4—6, manchmal auch bis zu 10 Proximalästen. Daneben kommen aber Abweichungen nach den verschiedensten Richtungen vor: bei einigen Stacheln sind die Terminaläste stark verkürzt und tragen kaum bemerkbare Enddornen

1) Die betreffenden Abbildungen waren bereits in den Tafeln aufgenommen worden und befanden sich schon im Druck, ehe ich durch einen Wunsch von Herrn Kollegen VANHÖFFEN bestimmt wurde, das Material der deutschen Südpol-Expedition weiterhin vollkommen getrennt von dem der deutschen Tiefsee-Expedition zu behandeln.

(Taf. VII, Fig. 82), bei anderen sind sie etwas stärker entwickelt und mit deutlichen Spathillen versehen, und ihre Zahl ist bedeutend, bis auf 9, vermehrt (Fig. 81), ferner ist bei einigen Stacheln die Gegend des Proximalquirls spindelförmig verdickt und mit zahlreichen (8—12) winzigen, knospenartigen, kräftig bedornten Seitenästen besetzt (Fig. 81), oder aber es besteht der Proximalquirl aus zahlreichen, teilweise gegabelten Aesten von halber oder ganzer normaler Länge (Fig. 82). Es können dabei verschiedene Kombinationen vorliegen, indem bald nur die terminalen, bald nur die proximalen Aeste, bald beide Gruppen die erwähnten Abnormitäten aufweisen, kurz, die Störung des normalen Zustandes des Organismus kann an den Radialstacheln in den verschiedenartigsten Teilerscheinungen zur Aeußerung kommen.

Aehnlich wie bei den früher erwähnten Exemplaren von *Auloceros arborescens trigeminus* (Taf. XLII, Fig. 301) die asymmetrische Anordnung der Terminaläste, „auf eine im ganzen Weichkörper gleichmäßig zur Herrschaft gelangte, an allen Punkten desselben wirksame konstitutionelle Abweichung der formbildenden Sarkode“ zurückzuführen ist (1905, S. 360), so dürften auch bei den *Aulospathis*-Individuen mit abweichenden Stachelformen die verschiedenen Abnormitäten auf einer, in diesem Falle mehr pathologischen Störung in der Konstitution des Gesamtplasmas beruhen.

Noch sei einiger Vorkommnisse kurz gedacht, welche mit der Stachelbildung im Zusammenhang stehen. Zuweilen wurden Reste von organischer Substanz in Form von kleinen, mit Alaunkarmin färbbaren Tröpfchen an der Innenfläche der Stachelwandung angetroffen (Taf. VI, Fig. 63), in anderen Fällen war der Verkieselungsprozeß noch nicht ganz zum Abschluß gelangt, vielleicht auch in unregelmäßiger Weise verlaufen: dies gilt z. B. für die Stacheln, bei welchen die Innenfläche der Wandung zahlreiche kleine warzenförmige Erhebungen trägt (Fig. 64), und für solche, bei denen umgekehrt die Außenfläche zierliche scheibenförmige Auflagerungen aufweist, welche in ihrer Gestalt am besten mit gewissen Flechten (*Marchantia*) verglichen werden können und, wenigstens stellenweise, in eine gemeinsame, membranartige Stachelscheide eingeschlossen erscheinen (Fig. 68 und 69).

Systematik.

Wie bereits oben ausgeführt wurde, sind alle bisher aufgefundenen *Aulospathis*-Formen, mit Ausnahme von *Aulospathis pinus*, durch Uebergänge miteinander verbunden, bald in der Weise, daß sämtliche Stacheln eines Exemplars eine Mittelstellung zwischen zwei bestimmten Rassentypen einnehmen — ein Beispiel hiefür bilden diejenigen Uebergangsformen zwischen *triodon* und *trifurca*, bei welchen die terminale Anschwellung des Schaftes noch verhältnismäßig wenig ausgeprägt ist (Taf. VII, Fig. 73 und 74) —, bald in der Weise, daß sich zwischen die Stacheln eines im übrigen typischen Exemplars Stacheln eines anderen Typus mengen, ein Verhältnis, welches namentlich die Formen *triodon*, *diodon* und *monodon* miteinander verbindet. Die Unmöglichkeit, die einzelnen Formen scharf voneinander zu trennen, führt nun dazu, neben der neuen Art *Aulospathis pinus* nur eine einzige Art anzuerkennen und dieser wenigstens die Mehrzahl der bisher bekannten Formen als Unterarten, und zwar großenteils als geographische Unterarten, einzufügen. Als Artbezeichnung dürfte am besten *Aulospathis variabilis* gewählt werden, wie ja auch Haeckel seine *Aulospathis variabilis* als eine der vermutlichen Stammformen der 10 „Darwinischen Species“ betrachtet.

Die Groß- oder Kollektivart *Aulospathis variabilis* würde demnach alle diejenigen Formen umfassen, bei welchen die Lateraläste eines und desselben Stachels untereinander keine erheblichen Größenunterschiede aufweisen (vergl. z. B. Taf. VII, Fig. 70 und 71), während dieselben bei *Aulospathis pinus* innen am längsten sind und nach außen zu allmählich abnehmen, so daß der von den Spathillen umschriebene Raum die Form eines Kegels hat (Taf. VI, Fig. 68; Taf. VIII, Fig. 87).

Aulospathis variabilis n. sp.

Taf. VII.

Aulospathis variabilis HAECKEL, Rep., p. 1588, Taf. CIV, Fig. 14—17; V. HAECKER, 1904, S. 127.

Radialstacheln cylindrisch, seltener in der Mitte des Schaftes spindelförmig aufgetrieben; am distalen Ende entweder allmählich sich verjüngend oder blasenförmig aufgetrieben.

Zahl der Terminaläste gewöhnlich 3 oder 4, seltener 1 oder 2 oder 5—10.

Lateraläste in wechselnder Zahl, gewöhnlich 4—6, seltener bis über 20, bald in einem regelmäßigen Quirl angeordnet, bald mehr oder weniger auseinandergezogen, sämtlich von annähernd gleicher Größe.

a) *Au. variabilis triodon.*

Taf. VII, Fig. 78; Taf. VIII, Fig. 86; Taf. X, Fig 103.

Aulospathis triodon HAECKEL, Rep., p. 1587, Taf. CIV, Fig. 8; IMMERMANN, 1904, S. 64, Taf. VII, Fig. 4a und b.

Radialstacheln am distalen Ende nicht blasig aufgetrieben.

Mehrzahl der Radialstacheln mit drei Terminalästen.

Fundorte: Ch.-St. 250—253 (nördlicher Pacifik); Sargassosee (Schl.-N. 1100—900 und 1500—1300, IMMERMANN); T.-St. 16 (Golfstrom, Schl.-N. 1850—1550 m), 43 (Guineastrom, V.), 46 (Südäquatorialstrom, V.), 66 (Golf von Guinea, V.), 86, 89 (Benguelastrom, V.). 135, 136, 149 (Antarktis, V. und Schl.-N. 1500—900), 151 (Antarktis, Schl.-N. 1600—1000), 174 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 228 (indischer Gegenstrom, V.).

Verbreitung. *Aulospathis* var. *triodon* ist die verbreitetste Form und als solche schon jetzt in den meisten Meeresgebieten aufgefunden worden; sie ist durch Uebergänge direkt verbunden mit *tetrodon, diodon, bifurca, trifurca*, indirekt steht sie durch *tetrodon* mit *aulodendroides*, durch *diodon* mit *monodon* in Zusammenhang.

Eine Reihe von Schließnetzfängen weist übereinstimmend darauf hin, daß *Au.* var. *triodon* vorzugsweise die *Aulospathis*-Stufe der Tuscarorenschicht (1000—1500) bewohnt.

b) *Au. variabilis tetrodon.*

Taf. VII, Fig 77.

Aulospathis tetrodon HAECKEL, Rep., p. 1588, Taf. CIV, Fig. 9.

Radialstacheln am distalen Ende nicht blasig aufgetrieben.

Mehrzahl der Radialstacheln mit vier Terminalästen.

Fundorte: Ch.-St. 244—245 (nördlicher Pacifik); T.-St. 22 (canarische Strömung, V.), 39, 40, 41 (Guineastrom, V.), 64, 66 (Golf von Guinea, V.), 73 (Benguelastrom, V.), 174 (indischer Südäquatorialstrom, V.).

Verbreitung. *Au.* var. *tetrodon* ist anscheinend vorzugsweise in wärmeren Meeresgebieten heimisch, sie fehlt speciell in der Antarktis.

c) *Au. variabilis aulodendroides* n. subsp.

Taf. VII, Fig. 70, 71, 76; Taf. IX, Fig. 89.

Aulospathis variabilis aulodendroides V. Haecker, 1904, S. 126.

Radialstacheln am distalen Ende nicht blasig aufgetrieben, dagegen in der Mitte des Schaftes mehr oder weniger spindelartig erweitert (Taf. IX, Fig. 89).

Zahl der Terminaläste vielfach beträchtlich vermehrt, bis auf 9.

Die Proximaläste zeigen Neigung zur Vermehrung und sind gewöhnlich nicht in einem Quirl angeordnet, sondern auf eine größere Strecke des Schaftes verteilt.

Zahl der Centralkapseln: 1—16.

Fundorte: T.-St. 64, 66 (Golf von Guinea, V.), 73 (Benguelastrom, V.; Uebergang zu *tetrodon*), 74 (Benguelastrom, V.), 190 (indischer Gegenstrom, V.), 214, 215, 218, 228, 268 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. *Au.* var. *aulodendroides* ist eine Bewohnerin der wärmeren Meeresgebiete. In der Antarktis wurde nur 1mal ein Exemplar von *Au.* var. *triodon* gefunden, welches eine beträchtliche Vermehrung der Zahl der Terminal- und Proximaläste und in dieser Hinsicht Anklänge an *aulodendroides* zeigt (vergl. oben S. 82).

d) *Au. variabilis diodon.*

Taf. VII, Fig. 79.

Aulospathis diodon Haeckel, Rep., p. 1587.

Radialstacheln am distalen Ende nicht blasig aufgetrieben.

Mehrzahl der Radialstacheln mit zwei Terminalästen.

Fundorte: Ch.-St. 231 (nördlicher Pacifik); T.-St. 66, 74 (Atlantik, indifferentes Wasser und Benguelastrom, kühl; Uebergänge zu *monodon*) 91 (Benguelastrom, V.), 120 (Westwindtrift, Schl.-N. 1500—1000 m), 135, 139, 142, 145, 149 (Antarktis, V.), 151 (Antarktis, Schl.-N. 1600—1000 m).

Verbreitung. *Au.* var. *diodon* ist eine ausgesprochene Kaltwasserform und als solche auch schon durch die starke Vermehrung der Zahl der Radialstacheln gekennzeichnet. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich von der Antarktis in den Benguelastrom hinein. Andererseits deutet ihr Vorkommen im Kuro-Siwostrom (Ch.-St. 231) darauf hin, daß sie sich möglicherweise bei späterer Untersuchung als eine bipolare Form herausstellen wird (s. oben S. 79). Aus zwei Schließnetzfängen ergiebt sich ihr Vorkommen in der *Aulospathis*-Stufe der Tuscarorenschicht (1000—1500 m).

e) *Au. variabilis monodon.*

Taf. VII, Fig 80.

Aulospathis variabilis monodon, V. Haecker 1904, S. 126; *Aulospathis monodon* Immermann, 1904, S. 63, Taf. VII, Fig. 3a und b.

Radialstacheln ohne distale Anschwellung, mit einem einzigen Terminalast, welcher dem Stachelende ein pipettenförmiges Ansehen verleiht (Immermann). Der Terminalast ist (was

Immermann an seinem Exemplar nicht feststellen konnte), ebenso wie die Terminal- und Proximaläste der übrigen *Aulospathis*-Formen mit einer Spathille versehen.

Fundorte: Südäquatorialstrom (V. 0—400 m, Immermann); T.-St. 41, 42, 43, 44, 54 (Guineastrom, V.), 66 (Golf von Guinea, V. und Schl.-N. 700—600 m), 73, 74, 85, 90 (Benguelastrom, kühl, V.), 217 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. *Au. variabilis monodon* bewohnt sowohl die eigentlich äquatoriale, als auch die kühleren Gebiete des Atlantik, fehlt aber in der Antarktis. Sie scheint sich unter allen *Aulospathis*-Formen am häufigsten in die *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400—1000 m) zu erheben.

f) *Au. variabilis bifurca.*

Taf. VI, Fig. 63—67; Taf. VII, Fig. 72—75.

Aulospathis bifurca, Haeckel, Rep., p. 1586, Taf. CIV, Fig. 1—5; Borgert, Nord. Trip., S. 8, Fig. 6; Immermann, 1904, S. 62, Taf. VII, Fig. 2a und b.

Radialstacheln am distalen Ende eiförmig aufgeblasen und größtenteils mit zwei, einige mit 3, vereinzelte mit 1 Terminalast ausgestattet. Sehr häufig kommen bei dieser Form Stacheln mit kuppenförmig abschließendem distalem Ende, ohne oder nur mit einem rudimentären Terminalast vor (Taf. VI, Fig. 65—67).

Lateraläste meist in einem Quirl angeordnet. Gewöhnlich sind deren 4—5, nicht selten auch 2—3 oder 6—7 vorhanden. Ist eine größere Zahl von Lateralästen vorhanden, so sind dieselben nicht selten längs des Schaftes etwas auseinandergezogen, nach Art der Lateraläste von *Au.* var. *aulodendroides* (Taf. VI, Fig. 60).

Die Wandung der Radialstacheln ist außerordentlich dick und läßt eine deutliche Schichtung erkennen (Taf. VII, Fig. 72).

Fundorte: Ch.-St. 293—295 (südlicher Pacifik); Irmingersee (V. 0—600 m; Immermann), T.-St. 14 (Golfstrom), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 86, 88 (Benguelastrom, V.), 174, 175 (indischer Südäquatorialstrom, V.).

Uebergangsformen: T.-St. 41 (Guineastrom; *Au.* var. *tetrodon* mit einzelnen *bifurca*-Nadeln, Taf. VI, Fig. 61), 49 (Südäquatorialstrom; neben typischen *bifurca*-Exemplaren fanden sich solche mit nur schwacher Auftreibung des Stachelendes, Taf. VII, Fig. 73—74), 174 (indischer Südäquatorialstrom; ebenso).

Fundorte der anderen, von Haeckel beschriebenen Formen mit blasig aufgetriebenem distalen Stachelende: Ch.-St. 298—300 (südlicher Pacifik, auf der Höhe von Valparaiso: *Au. trifurca*), 291 (südlicher Pacifik: *Au. quadrifurca*), 289 (südlicher Pacifik: *Au. polymorpha*).

Verbreitung. Nach den bisherigen Befunden sind *Au.* var. *bifurca* und die ihr nahe stehenden Formen, namentlich *Au.* var. *trifurca*, vorzugsweise in den mäßig warmen Meeren und in den kühleren und Mischgebieten des nördlichen und südlichen Atlantik und Pacifik allgemein verbreitet. Wenigstens finden sich die typischen Exemplare mit mächtig aufgeblähtem Stachelende und mit 2 Terminalästen (Taf. VII, Fig. 75) vorzugsweise in den kühleren Gebieten, während an der einzigen tropischen Fundstelle (T.-St. 49) neben einzelnen typischen *bifurca*-Exemplaren vorzugsweise Uebergangsformen (Taf. VII, Fig. 73—74) gefischt wurden. Andererseits wurden aber in der Antarktis keine *bifurca*-Exemplare angetroffen, so daß man zu der vorläufigen Ansicht gelangt, daß *Au.* var. *bifurca* zu denjenigen Formen gehört,

welche hauptsächlich zu beiden Seiten des Aequators in zwei Misch- oder Kühlwassergürteln vorkommen (vergl. *Aulokleptes flosculus*). Im Schließnetz wurde die vorliegende Form nicht gefunden, so daß genauere Angaben über ihre Tiefenverbreitung nicht gemacht werden können. Indessen dürfte die außerordentliche Dickwandigkeit der Stacheln darauf hinweisen, daß *Au.* var. *bitorva* eine ausgesprochene Tiefenbewohnerin ist und also, ähnlich den meisten anderen Formen von *Aulospathis variabilis*, in der Tiefe zwischen 1000 und 1500 m heimisch ist.

g) *Au. variabilis furcata.*

Taf. VII, Fig. 83 und 84.

Aulospathis furcata Haeckel, Rep., p. 1588, + ? *Aulospathis hexodon*, Haeckel, Rep., p. 1588.

Von fast allen *variabilis*-Formen finden sich Exemplare, bei welchen vereinzelte Nadeln eine Gabelung einzelner Terminal- und Proximaläste aufweisen. Namentlich zeigen *triodon* und *diodon* die Neigung zu dieser Differenzierung, und damit hängt zusammen, daß die letztere verhältnismäßig häufig in kühleren Meeresteilen und speciell in der Antarktis, dem eigentlichen Wohngebiet von *diodon*, angetroffen wird. Nach den Befunden der „Valdivia" handelt es sich also beim *furcata*-Typus schwerlich um eine geographisch lokalisierte Unterart, wie bei den übrigen Formen der *Au. variabilis*, sondern um gelegentliche Aberrationen, wie sie sich auch bei anderen Aulacanthiden, z. B. bei *Aulographis pandora*, *Aulographonium pulvinatum*, zuweilen vorfinden. Ob das nämliche für die vom „Challenger" im tropischen Pacifik (Ch.-St. 224, 265 bis 268) gefischten Formen *hexodon* und *furcata* gilt, muß durch spätere Untersuchungen entschieden werden.

Fundorte: T.-St. 16 (Golfstrom; *triodon-furcata*), 66 (Golf von Guinea; *diodon-furcata*), 74, 91 (Benguelastrom; *diodon-furcata*), 145, 149 (Antarktis; *diodon-furcata*), 190 (indischer Gegenstrom; *aulodendroides-furcata*).

Au. pinus n. sp.

Taf. VI, Fig. 64, 68, 69; Taf. VIII, Fig. 87; Taf. IX, Fig. 88.

Aulospathis pinus V. Haecker, 1904, S. 127 f., Fig. 3.

Diese Art ist gekennzeichnet durch die außerordentlich charakteristischen Größen- und Anordnungsverhältnisse der Stacheläste, vor allem durch die bedeutende Ungleichheit derselben.

Die Radialstacheln selber verjüngen sich gegen das distale Ende gleichmäßig und sind leicht wellen- oder zickzackförmig gekrümmt, indem sie ähnlich, wie manche junge Baumstämme, jeweils an den Umbiegungsstellen die Seitenäste abgeben (Taf. VI, Fig. 68).

Die Terminaläste, gewöhnlich 3 an der Zahl, weichen nur wenig von der Achsenrichtung des Stammes ab und zeigen eine korbförmige Anordnung (Taf. VIII, Fig. 87).

Die Lateraläste zeigen gegen das distale Ende hin eine abnehmende Größe und einen abnehmenden Abgangswinkel: die innersten sind am längsten, indem sie den größten Durchmesser des Schaftes um das Vierfache übertreffen, und gehen unter rechtem Winkel vom Schafte ab, die nach außen zu folgenden werden immer kleiner und gehen unter immer spitzer werdendem Winkel ab, so daß die äußersten, die Endkrone bildenden Aeste nur noch so lang sind, wie der größte Schaftdurchmesser breit ist, und, wie bereits erwähnt, eine

nahezu radiäre Stellung einnehmen. Der ganze Stachel erinnert so an gewisse Wuchsformen unserer gewöhnlichen Kiefer (*Pinus sylvestris*).

Die Wandung der Hohlstacheln ist verhältnismäßig dünn, erreicht jedenfalls nicht die Wanddicke der *diodon*-Nadeln. Die Zahl der Stacheln beträgt 20—40, ist also wesentlich geringer als die bei einzelnen *diodon*-Exemplaren gefundene. Vereinzelt wurden jüngere Exemplare mit wenigen, etwa 3/4 des Durchmessers einnehmenden Stacheln gefischt (Taf. IX, Fig. 88).

Fundorte: T.-St. 16 (Golfstrom, Schl.-N. 1850—1550; einzelne Nadeln), 86, 88, 89 (Benguelastrom, V.), 112 (Agulhasbank, V.), 136, 145, 149 (Antarktis. V.), 151 (Antarktis, Schl.-N. 1600—1000), 170 (südlicher Indik, Schl.-N. 1700—1000), 218 (nördlicher Indik, V., einzelne Nadeln).

Verbreitung. *Au. pinus* ist in den kühleren Meeresgebieten des südlichen Atlantik (Benguelastrom und benachbarte Meeresteile) und in der Antarktis Begleiterin von *Au. variabilis diodon*, also im wesentlichen Kühl- und Kaltwasserform. In wärmeren Meeren kommt eine Form mit etwas zarteren Stacheln in größeren Tiefen vor, wie sich aus den Schließnetzfängen der Stationen 16 und 170, sowie aus einem Vertikalnetzzug der nordindischen Station 218 ergiebt. Alle bisherigen Schließnetzfänge weisen im übrigen darauf hin, daß *Aulospathis pinus* eine der Leitformen der *Aulospathis*-Stufe der Tuscarorenschicht (1000—1500 m) darstellt.

8. Gattung. *Aulodendron* HAECKEL.

In der Gattung *Aulodendron* faßt HAECKEL (1887) diejenigen Aulacanthiden zusammen, deren Radialstacheln zahlreiche, unregelmäßig zerstreute Seiten- und Endäste tragen. In ähnlicher Weise ist die Gattung auch von den folgenden Autoren (BORGERT, IMMERMANN) charakterisiert worden. Eine Revision konnte nicht vorgenommen werden, da weder die „National"-Ausbeute noch die Befunde anderer Expeditionen hierher gehöriges Material erhielten. Nur CLEVE (1899) hat aus der Grönlandsee westlich Spitzbergen einige Stacheln erhalten, welche vollkommen mit der von HAECKEL für *Aulodendron antarcticum* (Rep., Taf. V, Fig. 5) gegebenen Abbildung übereinstimmten.

Nach dem mir vorliegenden Material sind innerhalb der Gattung *Aulodendron* 2 Gruppen zu unterscheiden, von denen die eine sich an die Gattung *Aulospathis* anschließt, die andere zur Gattung *Aulacantha* hinüberführt.

Die erste umfaßt solche Formen, deren Radialstacheln keine Fremdkörperunterlage benützen und zahlreiche hohle, spathillenbesetzte Seiten- und Endäste tragen. Die Seitenäste sind unregelmäßig über den Schaft verteilt, und die Differenzierung eines besonderen Büschels von Terminalästen tritt weniger scharf als bei den meisten *Aulospathis*-Formen oder gar nicht hervor. Die betreffenden Formen unterscheiden sich also von denjenigen *Aulospathis*-Arten, deren Lateraläste ebenfalls nicht quirlartig angeordnet, sondern über die distalen Partien des Schaftes verteilt sind, und bei welchen ein Endbüschel in vielen Fällen auch nicht zu einer deutlichen Differenzierung gelangt (*Au.* var. *aulodendroides*, Taf. VII, Fig. 70, 71; *Au. pinus*, Taf. VI, Fig. 68), hauptsächlich durch ihre größere Neigung zur Gabelung der Aeste (vergl. HAECKEL, Rep., Taf. CV, Fig. 1 und 2), ein Unterscheidungsmerkmal, dem aber im Hinblick auf den *furcata*-Typus der *Aulospathis variabilis* keine besondere systematische Bedeutung beigemessen

werden kann. Man wird also bei weiterer Untersuchung wohl dazu gelangen, diese Gruppe zur Gattung *Aulospathis* oder mindestens zu *Aulospathis pinus* in nähere Beziehung zu bringen.

Es würden hierher gehören: *Aulodendron pacificum* HAECKEL (Rep., p. 1589, Taf. CV, Fig. 2), gefischt im südlichen Pacifik (Ch.-St. 293); *Au. atlanticum* HAECKEL (Rep., p. 1589), von *Aulospathis pinus* hauptsächlich wohl nur durch die Gabelung der unteren Seitenäste unterschieden, gefischt im südlichen Atlantik (Ch.-St. 332); sowie *Au. indicum* HAECKEL (Rep., p. 1590, Taf. CV, Fig. 1), erbeutet im Indischen Ocean.

Die zweite Gruppe umfaßt solche Formen, welche großenteils eine Fremdkörper-Unterlage benützen und massive, bald zugespitzte, bald spathillentragende, meist ziemlich gleich lange Terminal- und Lateraläste aufweisen. In Bezug auf die Differenzierung einer besonderen Terminalkrone zeigen sich auch innerhalb dieser zweiten Gruppe erhebliche Unterschiede: bald finden wir eine deutliche Krone ausgebildet (Taf. X, Fig. 94; Taf. XLIII, Fig. 319), bald sind die Lateral- und Terminaläste weniger scharf gegeneinander abgegrenzt (Taf. X, Fig. 92).

Diese Gruppe würde umfassen: *Aulodendron antarcticum* HAECKEL, die beiden neuen Formen *Au. heteracanthum* und *verticillatum*, sowie wahrscheinlich *Au. australe* HAECKEL (Rep., p. 1589, Taf. CV, Fig. 3).

Zufolge dieser Trennung, die bei dem immerhin noch etwas spärlichen Material nur als vorläufige zu betrachten ist, würde sich für die enger begrenzte, ausschließlich die zweite Gruppe umfassende Gattung *Aulodendron* folgende Diagnose ergeben:

Radialstacheln mit zahlreichen, längs der distalen Stachelpartie zerstreut stehenden, massiven Aesten. Dieselben sind zum Teil zugespitzt, zum Teil spathillentragend. Eine Terminalkrone ist bald mehr, bald weniger deutlich differenziert. Bei mehreren Formen wurden Fremdkörperunterlagen (Diatomeengehäuse) festgestellt.

Aulodendron antarticum HAECKEL.

Taf. X, Fig. 93—95.

Aulodendron antarcticum HAECKEL, Rep., p. 1589, Taf. CV, Fig. 5; CLEVE, 1899; BORGERT, Nord. Trip., S. 8, Fig. 7

Radialstacheln nahezu cylindrisch (nach HAECKEL mehr oder weniger gekrümmt), in der proximalen Hälfte glatt, in der distalen Hälfte mit kurzen, unregelmäßig gekrümmten (nach HAECKEL zum Teil verzweigten) Dornen besetzt, welche gewöhnlich senkrecht von dem Stachel abgehen und in den distalen Partien sich vielfach hakenförmig nach außen krümmen (Fig. 93). Vielfach ist deutlich ein Büschel von Terminalästen differenziert. Die sämtlichen Aeste sind bei den mir vorliegenden Exemplaren massiv und tragen keine Spathillen.

Bei den mir vorliegenden Exemplaren waren deutlich Fremdkörpergrundlagen, nämlich Gehäuse der Diatomee *Rhizosolenia*, zu erkennen (Fig. 94 und 95). Die Stacheln stimmen also in dieser Hinsicht mit denjenigen von *Aulokleptes* überein.

In der „Valdivia"-Ausbeute fanden sich stets nur vereinzelte Stacheln vor. Ich kann daher keine Angaben über die Größe und Beschaffenheit des Weichkörpers und über die Zahl der Centralkapseln machen.

Fundorte: Ch.-St. 156—159 (Antarktis, Kerguelen); Grönlandsee westlich Spitzbergen (CLEVE); T.-St. 55 (Guineastrom, V.), 66 (Golf von Guinea, V.), 135 (Antarktis, V.), 190 (indischer Gegenstrom, V.).

Verbreitung. Diese Form wurde sowohl in den beiden Eismeeren, als in den wärmeren Gebieten beobachtet. Da sie in den kälteren Gebieten häufiger als in den wärmeren gefischt wurde, so darf wohl angenommen werden, daß sie, ähnlich wie *Aulospathis pinus*, in ersteren in höheren Schichten vorkommt als in letzteren.

Au. heteracanthum n. sp.[1]).

Taf. X, Fig. 92.

Aulodendron heteracanthum V. HAECKER, 1905, S. 347, Textfig. 8.

Radialstacheln nahezu cylindrisch, gegen das distale Ende nur mäßig verjüngt, an der Spitze und im distalen Abschnitt mit außerordentlich kräftigen, nach außen gekrümmten, spitzigen Dornen, in den mittleren Teilen mit kürzeren Aestchen, welche mit unregelmäßigen, geteilten Spathillen versehen sind. Keine Fremdkörperunterlage.

Dem *Aulodendron pacificum* HAECKEL (Rep., p. 1589, Taf. CV, Fig. 2) in mancher Hinsicht ähnlich, jedoch durch den Mangel der knopfförmigen Endbildung und die massive Beschaffenheit der Dornen und Aeste wesentlich unterschieden.

Fundort: Atlantik, bei Ascension (V., einzelne Nadeln; „Gauß").

Au. verticillatum n. sp.

Taf. XLIII, Fig. 319.

Radialstacheln nach außen dicker werdend, schwach gekrümmt, am Distalende mit einer Krone von 8 leicht gebogenen, zugespitzten, massiven Terminalästen, welche an die Krone einiger *Auloscena*-Arten erinnert; darunter eine Anzahl zerstreut stehender, spathillentragender, massiver Lateraläste.

Bei dem einzigen in der „Valdivia"-Ausbeute gefundenen Stachel bildet eine *Corethron*-Kette die Fremdkörperunterlage.

Fundort: Antarktis (Station infolge einer Verwechslung unsicher).

9. Gattung. *Aulacantha* HAECKEL.

Das Skelett besteht aus einem Mantel von feinen, hohlen Tangentialnadeln und cylindrischen oder im distalen Abschnitt keulenförmig angeschwollenen Radialstacheln, welche keine spathillentragenden Lateral- und Terminaläste tragen, dagegen im distalen Drittel mit hohlen, zinkenförmigen Dornen oder mit kleinen, nach außen gerichteten Zähnchen versehen sind.

Aulacantha spinosa HAECKEL.

Taf. X, Fig. 99.

Aulacantha spinosa HAECKEL, Rep., p. 1575, Taf. CV, Fig. 4.

Radialstacheln nahezu cylindrisch, nach außen zu mit schlanken, konischen, nach außen gekrümmten Hohlzähnen, nach innen mit kurzen Dornen versehen.

1) Bezüglich der Aufnahme dieser vom „Gauß" gefischten Form in den vorliegenden „Ergebnissen" vergl. oben S. 82, Anm. 1.

Fundorte: Ch.-St. 241—253 (nördlicher Pacifik); T.-St. 22 (canarischer Strom, V.), 50 (Südäquatorialstrom, V.), 190 (indischer Gegenstrom, V.), 214, 218, 237 (Indik, V.).

Verbreitung: Anscheinend vorwiegend in den wärmeren Meeren verbreitet. Ueber die Vertikalverbreitung geben die Befunde keinen Aufschluß, wie denn überhaupt nur einzelne, großenteils in anderen Aulacanthiden steckende Stacheln gefunden wurden.

Au. scolymantha HAECKEL.

Taf. X, Fig. 100 und 101; Textfig. 1 (S. 20).

Aulacantha scolymantha HAECKEL, Mon. 1862, S. 263, Taf. II, Fig. 1—2, Taf. IV, Fig. 1—5; R. HERTWIG 1879; HAECKEL 1887; HENSEN 1887; MÖBIUS 1887; VANHÖFFEN 1897; JÖRGENSEN 1900; BORGERT 1901; LO BIANCO 1903; IMMERMANN u. a. 1904. *Aulacantha laevissima* FOWLER, 1898.

Diese bekannteste aller Tripyleenformen ist stets dadurch ausgezeichnet, daß die nahezu cylindrisch geformten Radialstacheln in ihrem distalen Drittel mit einer größeren Zahl von kurzen, nach außen gerichteten Zähnchen versehen sind. Diese Zähnchen lassen bei größeren Exemplaren vielfach einen feinen Centralkanal erkennen, welcher mit dem Stachellumen in Verbindung steht, in ähnlicher Weise, wie dies z. B. bei den Stacheln von *Aulacantha clavata* (Taf. X, Fig. 97) zu beobachten ist. Im übrigen weisen die Radialstacheln hinsichtlich ihrer Breite, ihrer Wanddicke und der Zahl und Größe der Zähnchen zahlreiche Schwankungen auf. Nicht selten fand ich auch Individuen, welche bezüglich der Derbwandigkeit der Radialstacheln und einer Neigung derselben zu keulenförmiger Anschwellung Anklänge an *Au. cannulata* zeigen. Auch die Zahl der Stacheln ist sehr verschieden. Während dieselbe in der Regel nur 30—40 beträgt, fanden sich wiederholt und an verschiedenen Fundorten Exemplare, bei welchen sich 200—300 Radialstacheln nachweisen ließen.

Bezüglich der Beschaffenheit des Mantels von Tangentialnadeln, des Weichkörpers und der Centralkapsel habe ich den Angaben von HAECKEL, R. HERTWIG und BORGERT nur wenig hinzuzufügen. Die Mehrzahl der mir vorliegenden Exemplare, und zwar sowohl von der kleinen pamplanktonischen, als von der großen Tiefenrasse, zeigte die äußeren zähnchentragenden Abschnitte der Radialstacheln nackt über die Oberfläche des Weichkörpers hervorragend, in der Art, wie dies in den Abbildungen der Mittelmeer-*Aulacantha* dargestellt zu werden pflegt (Taf. X, Fig. 101). Es fanden sich indessen von beiden Rassen auch einzelne Individuen vor, bei denen die äußeren Abschnitte der Radialstacheln vollkommen im Weichkörper eingeschlossen waren und ein deutliches extrakalymmales Sarkodehäutchen baldachinartig von den Spitzen der Stacheln getragen wurde (Taf. VIII, Fig. 85, und Taf. X, Fig. 100).

Bezüglich der Frage, wie sich diese beiden Zustände zu einander verhalten, und ob sie beide natürlichen Verhältnissen entsprechen, scheint mir eine Beobachtung von Interesse zu sein, welche ich bei der Neapler *Aulacantha* wiederholt am lebenden Tiere machen konnte (1905, S. 339). Es lassen sich an demselben bei Färbung mit Methylenblau oder Neutralrot zuweilen zarte, körnchenführende, plasmatische Stachelscheiden nachweisen, welche eben noch die Dornen bedecken, in ähnlicher Weise, wie dies bei den mächtigen Stacheln der Tuscaroriden in einzelnen Fällen beobachtet werden konnte, und so wird man, mit Rücksicht auf die Befunde bei anderen Tripyleen, zu der Vermutung geführt, daß auch bei *Aulacantha* unter natürlichen Lebensbedingungen die Stacheln niemals ganz nackt, sondern stets von Sarkode bedeckt sind.

Es würden demnach normalerweise hinsichtlich des Weichkörpers zwei Zustände auseinanderzuhalten sein: entweder erhebt sich die Sarkode nur längs der distalen, zähnchentragenden Stachelabschnitte in Form von zarten Plasmascheiden, oder der Weichkörper hat eine größere Ausdehnung und wird von einem plasmatischen Häutchen umhüllt, welches durch die Spitzen der Stacheln baldachinartig getragen wird. Es liegt die Annahme nahe, daß es sich hier um wechselnde, bei demselben Individuum aufeinander folgende Zustände handelt, welche mit der vertikalen Ortsveränderung zusammenhängen. Vorläufig kann indessen nur so viel gesagt werden, daß bei den in den Oberflächenschichten erbeuteten Exemplaren der pamplanktonischen Zwergform der erste, bei den Tiefenformen mit dichtem Stachelwald der zweite Zustand die Regel zu sein scheint.

Weitaus die meisten Exemplare enthalten nur eine Centralkapsel. Die Vermehrung scheint in der Regel in der Weise zu erfolgen, daß unmittelbar nach Bildung der beiden Tochtercentralkapseln die Zweiteilung auch des Weichkörpers erfolgt. Daher finden sich Stadien mit 2 einkernigen Centralkapseln, wie sie bei *Aulographis pandora* und anderen dicystinen Formen die Regel sind, bei *Aulacantha scolymantha* verhältnismäßig selten. Vereinzelt fanden sich zur Zwergrasse gehörige Individuen mit 4 einkernigen Centralkapseln vor (T.-St. 14, Golfstrom, Quant. 200; Taf. VIII, Fig. 85). Von der großen Tiefenrasse wurden Individuen mit mehr als 2 Centralkapseln im „Valdivia"-Material nicht beobachtet.

Der Kern zeigt im ruhenden Zustand, so viel ich sehen konnte, stets die von den früheren Autoren beschriebene „Radstruktur" (vergl. S. 20, Textfig. 1). In Bezug auf die Kernteilungsvorgänge sei auf die Arbeiten von Karawajew und Borgert verwiesen.

Varianten. Eine Gliederung der Art in Rassen und Unterarten nach der Beschaffenheit der Radialstacheln erwies sich bisher als unmöglich. Insbesondere war es nicht angängig, besondere geographische Unterarten zu unterscheiden, da bei den aus denselben Vertikalnetzfängen stammenden Individuen die Zahl und Beschaffenheit der Stacheln die größte Mannigfaltigkeit zeigte.

Dagegen ergab sich unter Berücksichtigung der Körpergröße und des ganzen Habitus die Notwendigkeit, zwei in Bezug auf die Vertikalverbreitung sich unterscheidende Rassen voneinander zu trennen. Wie dies bei zahlreichen anderen Tripyleen, z. B. bei den Aulosphäriden, Sagosphäriden, Challengeriden, der Fall ist, lassen sich auch innerhalb der Formengruppe *Aulacantha scolymantha* zwei Größenkategorien unterscheiden, eine „Zwergrasse" und eine „Riesenform". Bei der Zwergrasse von *Aulacantha scolymantha* beträgt der Durchmesser des Weichkörpers 0,6 bis höchstens 1,8 mm. Zweifellos gehört die in Messina häufig vorkommende Form, welche der Originalbeschreibung Haeckel's (Mon., 1862, S. 263) zu Grunde liegt, dieser Zwergrasse an, da Haeckel als Durchmesser des ganzen Tieres 1—2, als Durchmesser des „Alveolenkörpers" 0,5—0,8 mm angiebt. Auch die Neapler Form ist, wie ich mich selbst überzeugen konnte, hierher zu rechnen.

Was nun die Vertikalverbreitung dieser kleineren Rasse anbelangt, so kommt dieselbe in Neapel, wie Lo Bianco (1903) aus einer Anzahl von Schließnetzfängen entnehmen konnte, sowohl in den Schichten zwischen 50—100 m, als auch in beträchtlich größeren Tiefen vor. Speciell das in der zoologischen Station von Neapel zur Beobachtung kommende *Aulacantha*-Material

stammt nach der an der Station üblichen Bezeichnungsweise aus der „Tiefe“, d. h. aus etwa 100 m. Nur bei stürmischem Wetter werden Aulacanthen auch an der Oberfläche erbeutet.

Uebereinstimmend mit den in Neapel gemachten Ermittelungen fand sich die Zwergform von *Aulacantha scolymantha* auch im „Valdivia“-Material sowohl in Planktonfängen aus den mehr oberflächlichen Schichten zwischen 100 und 400 m[1]), als auch in Schließnetzfängen aus sehr bedeutenden Tiefen vor (z. B. T.-St. 120, S. 1500—1000; T.-St. 170, S. 1700—1000). Wir haben also alles in allem diese Form als eine pamplanktonische zu bezeichnen.

Der kleinen Form steht eine große gegenüber, bei welcher der Durchmesser des ganzen Tieres 3—4, der Durchmesser des durch die Konservierung geschrumpften Weichkörpers 2,5 bis 3 mm beträgt, und welche bisher nur mittelst tiefer gehender Vertikal- und Schließnetzzüge erbeutet wurde (T.-St. 66, S. 500—300; T.-St. 151, S. 1600—1000). Diese Form stimmt hinsichtlich ihrer Größe und ihres Habitus mit *Aulographis pandora* und *Auloceros arborescens* überein und dürfte, wie diese vorzugsweise die *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400—1000 m) bewohnen, also zu den skotoplanktonischen Tripyleen zu rechnen sein.

Man könnte nun noch die Annahme machen, daß die „Zwergformen“ nur Jugendstadien der großen Exemplare darstellen. Gegen diese Annahme sprechen folgende Gründe:

1) Bei der kleinen *Aulacantha* liegen die Stacheln nicht diametral, sondern radial (Taf. X, Fig. 101), während sie bei den unzweifelhaften Jugendformen anderer Aulacanthiden eine diametrale Lage haben (vergl. z. B. Taf. X, Fig. 102—103).

2) Bei der kleinen *Aulacantha* kommen sehr zahlreiche Stacheln vor, nach Haeckel 30 bis 40, bei den größten Exemplaren 120 und mehr; dagegen finden sich bei gleich großen Jugendformen anderer Aulacanthiden stets nur wenige, 3, 6 und mehr Stacheln vor.

3) Bei der kleinen *Aulacantha* fanden sich bereits Stadien mit 4 Centralkapseln vor, also eine Vermehrung der Kapselzahl, welche, soviel ich meinem Material entnehmen kann, bei den vorwiegend einkernigen Formen erst gegen Schluß der vegetativen Vermehrungsperiode auftritt.

4) Es sind auch mehrere andere Aulacanthiden bekannt, welche das Größenmaß der kleinen *Aulacantha* nicht überschreiten, z. B. *Aulographis tetrancistra*, *triangulum*, und welche mit Sicherheit ausgewachsene Formen darstellen.

Alle diese Umstände bestimmen mich, zwei Formen, und zwar „vertikale Unterrassen“ von *Aulacantha scolymantha* zu unterscheiden, und zwar:

a) *Aulacantha scolymantha typica.* Kleine, pamplanktonische Form. Durchmesser des Weichkörpers 0,6—1,8 mm. Weichkörper, Radial- und Tangentialnadeln von zarter Beschaffenheit. In den meisten Meeresgebieten und in allen Tiefen, von ca. 50 bis zu 1700 m vorgefunden. In Neapel besonders im März und April (Borgert, 1900).

b) *Aulacantha scolymantha bathybia.* Große, skotoplanktonische Form. Durchmesser des ganzen Tieres 3—4, des (bei der Konservierung geschrumpften) Weichkörpers 2,5—3 mm. Weichkörper, Radial- und Tangentialnadeln von derberer Beschaffenheit. In den meisten Meeresgebieten und wohl vorwiegend in der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht (400 bis 1000 m).

1) Nach dem an Bord der „Valdivia“ geführten Tagebuch wurden Aulacanthen wiederholt in diesen Horizonten gefischt, während sie in den zwischen 0 und 100 m ausgeführten Stufenfängen stets fehlten (z. B. St. 169, 218, 229, 236). Eine eingehendere Verwertung dieser Notizen ist deshalb nicht möglich, weil zwischen den beiden Formen kein Unterschied gemacht wird.

Bezüglich anderer Variationen wurde schon oben erwähnt, daß an verschiedenen Stellen (z. B. T.-St. 139, 175) *scolymantha*-Exemplare gefunden wurden, welche hinsichtlich der derben Beschaffenheit und der leicht keulenartig aufgetriebenen Form der Stacheln an *Aulacantha cannulata* erinnern.

Verbreitung. Wie schon Haeckel angegeben hat, darf *Aulacantha scolymantha* als eine wahrhaft kosmopolitische (eurytherme) Form betrachtet werden. Ich kann daher auf eine Aufzählung der einzelnen Fundorte verzichten und mich auf die Bemerkung beschränken, daß in beinahe allen Vertikalnetzfängen der „Valdivia" Aulacanthen enthalten sind. In der Regel übertreffen dieselben an Zahl die übrigen Aulacanthiden. Nur in einzelnen Fängen fanden sich mehr Exemplare von *Aulographis pandora* und *Aulokleptes ramosus* vor.

Au. cannulata Haeckel.

Taf. XLII, Fig. 304.

Aulacantha cannulata Haeckel, Rep., p. 1576, Taf. CV, Fig. 16.

Radialstacheln in der proximalen Hälfte cylindrich, in der distalen keulenförmig, mit 3—6 dicken, parallelen, durch Furchen getrennten Leisten, welche mit kurzen Zähnen versehen sind. Tangentialmantel sehr dicht. Eine Centralkapsel.

Weichkörper-Durchmesser 2½—3, Gesamtdurchmesser 3—4½ mm.

Fundorte: Ch.-St. 291—293 (südlicher Pacifik); T.-St. 49 (Südäquatorialstrom, V.), 89 (Benguelastrom, V.), 174, 175 (südlicher Indik).

Au. clavata Haeckel.

Taf. X, Fig. 96 97.

Aulacantha clavata Haeckel, Rep., p. 1576.

Radialstacheln in der proximalen Hälfte schlank-konisch, in der distalen keulenförmig (club-shaped), mit wenigen (5—20) kurzen, konischen Zähnen ausgestattet. Bei den „Challenger"-Exemplaren waren die Radialstacheln mehr oder weniger unregelmäßig gekrümmt. Von der „Valdivia" wurden nur einzelne Stacheln gefischt.

Fundorte: Ch.-St. 318 (südlicher Atlantik); T.-St. 89 (Benguelastrom, V.), 174 (indischer Südäquatorialstrom, V.).

Au. laevissima Haeckel.

Taf. X, Fig. 98.

Aulacantha laevissima Haeckel, Rep., p. 1576; Cleve, 1899, S. 27, Taf. I, Fig. 7; Borgert, Nord. Trip., S. 5.

„Radialröhren cylindrisch, gerade, von nahezu gleicher Breite in der ganzen Länge; das innere proximale Ende abgerundet, das äußere distale zugespitzt. Oberfläche der Röhren vollkommen glatt, ohne alle Zähne. Die Dicke und Länge der einfachen Spicula und ebenso die Dicke ihrer Wandung ist in dieser Species sehr variabel" (Haeckel).

Die Abbildung von Cleve zeigt dasselbe charakteristische fingerförmige Stachelende, wie die mir vorliegenden Bruchstücke. Es scheint mir zweifellos zu sein, daß die Cleve'schen und meine Exemplare artlich übereinstimmen. Ob dieselben wirklich der Haeckel'schen Species

Au. laevissima einzufügen sind, ist, da HAECKEL keine Abbildung giebt, nicht vollkommen sicher, wenn auch sehr wahrscheinlich.

Ein in T.-St. 143 (Schl.-N. 400—300) gefischtes, nicht ganz vollständiges Exemplar hatte nur eine Centralkapsel. Sein Phäodium war besonders reich an Diatomeengehäusen.

Fundorte: Ch.-St. 253 (nördlicher Ast des Golfstroms, Färöe-Kanal); Grönlandsee, westlich Spitzbergen (CLEVE); T.-St. 143, 149 (Antarktis, Schl.-N. 400—300 und V.).

Verbreitung. Bisher nur aus kälteren Meeresgebieten bekannt. Vielleicht bipolare Form.

10. Gattung. *Aulactinium* HAECKEL.

Radialstacheln ohne Lateral- und Terminaläste, glatt oder mit kleinen Zähnen oder Dornen. Kein Mantel von Tangentialnadeln.

Von HAECKEL werden 3 Arten aus der Antarktis und dem südlichen Pacifik beschrieben. In der „Valdivia"-Ausbeute wurde keine hierher gehörige Form gefunden.

2. Unterordnung Phaeosphaeria, HAECKEL, 1879.

Die von HAECKEL in der Gruppe der Phäosphärien zusammengefaßten Formen sind durch eine aus drei- oder viereckigen Maschen gebildete, seltener spongiöse, einfache oder doppelte Gitterschale ausgezeichnet, welche nicht zweiklappig ist, wie die der Phaeoconchia und Phaeodendria, und keine besondere Mundöffnung besitzt, wie die Schale der Phaeocalpia und Phaeogromia. Die Centralkapsel soll nach HAECKEL im Schalencentrum liegen. Hervorgehoben wird von HAECKEL ferner die beträchtliche Größe der meisten hierher gehörigen Formen.

Innerhalb der Gruppe der Phäosphärien unterscheidet HAECKEL 4 Familien, die Orosphäriden, Sagosphäriden, Aulosphäriden und Cannosphäriden. Von diesen 4 Familien sind, wie ich schon früher (1904, S. 123; 1904a, S. 632) hervorgehoben habe, die Orosphäriden aus dem Verbande der Tripyleen auszuschalten und den Thalassosphäriden anzureihen, so daß also nur die 3 letztgenannten Familien in unserer Unterordnung verbleiben.

Diese 3 Familien sind scharf gegeneinander abgegrenzt. Bei den Sagosphäriden werden die regelmäßig dreieckigen Maschen der Gitterschale aus dünnen, soliden, in den Knotenpunkten verschmolzenen Stäben gebildet (Taf. XIX, Fig. 167), bei den Aulosphäriden setzen sich die gleichfalls meistens dreieckigen, seltener viereckigen oder unregelmäßig vieleckigen Maschen aus Hohlröhren zusammen, welche von einem axialen Kieselfaden durchzogen, in den Knotenpunkten gelenkig miteinander verbunden und durch Scheidewände („astral septa") gegeneinander abgegrenzt sind (Taf. XIV, Fig. 139). Bei den Cannosphäriden endlich sind 2 Schalen vorhanden, eine äußere Gitterschale, welche ihrer Zusammensetzung nach im wesentlichen mit der Aulosphäridenschale übereinstimmt, und ein inneres, einfaches, mit einer Hauptöffnung versehenes Gehäuse (Taf. XIV, Fig. 143).

Was die Beziehungen der 3 Phäosphärien-Familien untereinander anbelangt, so ist in erster Linie auf die genetische Uebereinstimmung einerseits der Tangentialröhren der Aulosphäriden und Cannosphäriden, andererseits der Skelettbalken der Sagosphäriden hinzuweisen. Wie ein in der

Antarktis gefundenes, unfertiges Skelett von *Sagenoarium anthophorum* (Taf. XLVIII, Fig. 368) in unzweideutiger Weise erkennen läßt, durchlaufen die massiven Skelettbalken dieser Form und wohl auch aller anderen Sagosphäriden ein Stadium, in welchem sie die Form einer von einem Achsenfaden durchzogenen Röhre besitzen und demnach in allen wesentlichen Punkten mit den Tangentialbalken der Aulosphäriden übereinstimmen. Es ergiebt sich aus diesem Befunde, daß das fertige Sagosphäridenskelett, entwickelungsgeschichtlich betrachtet, gegenüber dem Aulosphäridenskelett eine fortgeschrittenere Stufe darstellt, und daß es sich von dem letzteren einmal dadurch unterscheidet, daß der von flüssiger Gallerte gefüllte Hohlraum der Skelettröhren nachträglich von einer sekundären, auch die Achsennadeln sich einverleibenden Kieselsubstanz ausgefüllt wird, und zweitens dadurch, daß die einzelnen Skelettbalken in den Knotenpunkten innig miteinander verschmelzen, während die Röhren der Aulosphäriden sowohl in der Anlage als im fertigen Zustande eine größere Selbständigkeit bewahren. Wenn man diesen entwickelungsgeschichtlichen Ergebnissen auch im System Rechnung trägt, so wird man die Aulosphäriden und die ihnen nahestehenden Cannosphäriden den Sagosphäriden voranzustellen haben, eine Anordnung, welche auch durch die Beziehungen der einzelnen Phäosphärien-Familien zu der folgenden Gruppe der Phaeocalpia nahegelegt wird.

Bei diesen genetischen Uebereinstimmungen, welche die Skelette aller Phäosphärien zeigen, kann es nicht wunder nehmen, wenn dieselben, und zwar speciell die Aulosphäriden und Sagosphäriden, untereinander zahlreiche Konvergenzerscheinungen hinsichtlich der Größe, Form und Struktur der Gitterschale aufweisen.

Es ist zunächst zu sagen, daß in den beiden Familien die gleichen Größenschwankungen und Größenkategorien vorkommen. So zeigen die kleinsten Arten, die aus den beiden Familien bekannt sind, nämlich die phaoplanktonischen Warmwasserformen *Aulosphaera pelagica* (Taf. XLVII, Fig. 352) und *Sagoscena elegans* (Taf. XLVII, Fig. 361), den nämlichen Durchmesser von 1,2—1,5 mm, und ihnen stehen als Riesenformen von 6,5—7 mm Länge die spindelförmigen Gitterschalen von *Aulatractus fusiformis* (Taf. XLVII, Fig. 358) und *Sagenoarium Chuni* (Taf. XLVII, Fig. 364) gegenüber.

Auch bezüglich der äußeren Form der Gitterschale weisen die Aulosphäriden und Sagosphäriden, und zwar insbesondere die nebeneinander an den nämlichen Oertlichkeiten vorkommenden Formen, eine weitgehende Uebereinstimmung auf. So besitzen die winzigen, zu den Gattungen *Auloscena* und *Sagoscena* gehörigen Arten, welche die Oberflächenschichten warmer Meeresgebiete bewohnen, eine regelmäßige Kugelgestalt (Taf. XLVII, Fig. 352, 361), in den etwas tieferen Schichten verschiedener Meeresgebiete treten dagegen birn- oder ballonförmige Formen auf, welche verschiedenen Arten einerseits von *Aulosphaera* (Taf. XLVII, Fig. 359), andererseits von *Sagenoarium* (Fig. 363, 365) und *Sagenoscena* (Fig. 367) angehören. Ganz besonders charakteristisch ist das an verschiedenen Stationen konstatierte Nebeneinandervorkommen der ungleichpoligen Spindelformen von *Aulatractus fusiformis* und *Sagenoariam Chuni*, 2 Arten, welche, wie schon oben bemerkt wurde, auch hinsichtlich der Größe aufs genaueste übereinstimmen (Fig. 358 und 364).

Ein weiterer Punkt, bezüglich dessen eine Konvergenz zwischen dem Aulosphäriden- und Sagosphäridenskelett hervortritt, ist die Bevorzugung der dreieckigen und zwar der gleichseitig dreieckigen Maschenform. Der Grund, weshalb in beiden Familien die Dreiecksstellung der

Knotenpunkte gegenüber der Virecks- und Vielecksstellung in den Vordergrund tritt, ist darin zu suchen, daß, wie bekannt, drei durch starre Stäbe verbundene Punkte gegeneinander nicht verschoben werden können, so daß also ein dreieckiges Maschenwerk tangentialen Druckwirkungen gegenüber ein festeres Gefüge darstellt als eine quadranguläre oder polygonale Bindung.

Auf einer Konvergenz beruht endlich auch die große Uebereinstimmung, welche die Terminaläste und sonstigen Verzweigungen der Radialstacheln in den beiden Gruppen aufweisen. Sowohl bei den Aulosphäriden als auch bei den Sagosphäriden treten nämlich, ähnlich wie bei den Aulacanthiden, nebeneinander dolden- und ährenförmige Radialstacheln auf, und zwar stellen die Stacheln mit einfacher Terminalkrone und diejenigen mit mehrfach übereinander gelagerten Quirlen von kleinen Aesten zwei Grenzfälle dar, zwischen denen alle möglichen Uebergänge nachzuweisen sind. Terminalkronen finden sich beispielsweise bei *Auloscena verticillus* (Taf. XIII, Fig. 136) und *Sagenoscena irmingeriana* (Taf. XVI, Fig. 154), mehrfache Astquirle bei *Auloscena pelagica* (Taf. XIII, Fig. 137) und *Sagoscena elegans* (Taf. XV, Fig. 151). Ein besonders schönes Beispiel von weitgehender Konvergenz weisen vor allem die Radialstacheln von *Auloscena atlantica* (Taf. XIII, Fig. 132) und *Sagenoscena lampadophora* (Taf. XVIII, Fig. 163) auf, bei welchen nicht nur die Beschaffenheit der Terminalkrone, sondern auch die keulenförmige Form des Stachelschaftes in der nämlichen Weise wiederkehrt.

Neben den bisher besprochenen, als Konvergenzen zu bezeichnenden Uebereinstimmungen finden sich bei den Aulosphäriden und Sagosphäriden auch interessante Analogien vor, und zwar in Gestalt der zelt- oder pyramidenförmigen Sockelbildungen, auf welchen sich die Radialstacheln erheben und welche dazu dienen, einen von den Endbildungen der Radialstacheln aufgefangenen Druck möglichst gleichmäßig auf einen größeren Bezirk der Gitterschale zu verteilen. Bei *Auloscena* handelt es sich um einfache Erhebungen einzelner fünf-, sechs- oder siebenstrahliger Felder der Gitterschale (Taf. XIII, Fig. 135, 137), bei *Sagenoscena* dagegen um besondere zeltförmige Bildungen, welche der eigentlichen Gitterschale aufgesetzt sind (Taf. XVII, Fig. 159 u. a.). Die äußere Aehnlichkeit der ganzen Struktur kann dadurch noch erhöht werden, daß sowohl bei *Auloscena pelagica* als auch bei *Sagenoscena* und anderen Sagosphäriden die Spitzen einzelner bezw. aller Zelte miteinander durch Tangentialbalken in Verbindung treten können (vergl. Taf. XIII, Fig. 137; Taf. XVII, Fig. 159 u. a.).

Gehen wir nun zu den Beziehungen der Phäosphärien zu anderen Tripyleen-Gruppen über, so ist zunächst die Aehnlichkeit hervorzuheben, welche die Radialstacheln der Aulosphäriden hinsichtlich ihrer Verzweigungsweise mit denjenigen der Aulacanthiden aufweisen. So zeigt der Radialstachel von *Aulosphaera labradoriensis* (Taf. XII, Fig. 120 und 127) eine oberflächliche Aehnlichkeit mit einer *Aulacantha*-Nadel, der Radialstachel von *Aulosphaera triodon* (Taf. XI, Fig. 106) erinnert an *Aulographis pandora* (Taf. I, Fig. 3), und derjenige von *Aulosphaera bisternaria* (Taf. XII, Fig. 113 und 114) an *Aulospathis triodon* (Taf. VII, Fig. 78). Auch die Kronen von *Auloscena* (Taf. XIII, Fig. 132) finden in den Endbildungen von *Aulodendron verticillatum* (Taf. XLIII, Fig. 319) ihr Gegenstück u. s. w. Bei der Einfachheit aller dieser Strukturverhältnisse soll mit dem Hinweise auf diese Uebereinstimmungen zunächst nicht mehr gesagt werden, als daß es sich hier um sehr weitgehende Konvergenzbildungen handelt. Ein engeres verwandtschaftliches Verhältnis zwischen Aulosphäriden und Aulacanthiden wird dadurch nicht bewiesen und scheint mir überhaupt nicht anzunehmen sein.

Viel nähere Beziehungen bestehen zwischen den Phäosphärien und der folgenden Unterordnung der Phaeocalpia (Castanelliden, Circoporiden, Tuscaroriden). Zunächst ist auf die schon von Haeckel betonte Uebereinstimmung hinzuweisen, welche einerseits die Radialstacheln der Aulosphäriden und Cannosphäriden, andererseits diejenigen der Tuscaroriden und Circoporiden hinsichtlich ihrer feineren Struktur zeigen. Bei allen diesen Formen wird nämlich der Radialstachel von einem Achsenstrang durchzogen, welcher aus feinsten Kieselröhrchen zusammengedreht erscheint und mit der Stachelwandung, insbesondere mit den Basen der Seitenäste, durch feine Querbrücken verbunden ist. Auch in der dritten Hauptgruppe der Phaeosphaeria, bei den Sagosphäriden, finden sich wenigstens im unentwickelten Skelett entsprechende Bildungen, und ebenso kann man bei den Castanelliden, wie schon Haeckel angegeben hat, nicht selten innerhalb der Radialstacheln Achsenstränge beobachten, nur daß hier, im Zusammenhang mit der glatten, astlosen Beschaffenheit der Radialstacheln, keine Querbrücken vorhanden sind.

Bei allen hier aufgezählten Familien stehen die Achsenstränge der Radialstacheln im Zusammenhang mit einem System von feinen, hohlen, der Schale eingelagerten Tangentialnadeln, welches im übrigen, je nach der Beschaffenheit der Schale, in den einzelnen Gruppen eine sehr verschiedene Anordnung aufweisen kann. Fügt man hinzu, daß auch die Radialbalken der Cannosphäriden einen centralen Kieselfaden besitzen (Textfig. 16), so wird man sagen dürfen, daß das eigentliche Formelement der Skelette einerseits der Phäosphärien, andererseits der Phäocalpien durchweg die von einem axialen, kieseligen Faden oder Strang durchsetzte, von flüssiger Gallerte erfüllte Kieselröhre ist.

Auch bei denjenigen Formen, bei welchen das als ursprünglich zu betrachtende Verhalten infolge ausgedehnterer Verschmelzung der Balken und Abrundung der Maschenlücken großenteils verwischt ist, nämlich bei den Castanelliden, kann dasselben unter gewissen Umständen, sei es während der normalen Entwickelung, sei es abnormerweise, in einer auffällig geradlinigen, schienengeleisähnlichen Struktur der Balken der Gitterschale zum Vorschein kommen (Taf. XXXVIII, Fig. 292; Taf. XL, Fig. 299, 299a, 299b). Solche Castanellidenskelette erinnern dann ganz außerordentlich an gewisse Monstrositäten von *Aulosphaera*- und *Auloscena*-Skeletten (Taf. XLIV, Fig. 338).

Von weiteren Beziehungen zwischen den Phäosphärien und Phäocalpien ist hervorzuheben, daß die Gitterschalen der Sagosphäriden, speciell von *Sagenoarium*, in außerordentlich weitgehender Weise mit den gemeinsamen Gitterschalen der koloniebildenden Tuscaroren übereinstimmen (vergl. Taf. XIX). Die Aehnlichkeit zwischen den beiden Skelettbildungen ist hier eine so große, daß meine ersten Mitteilungen über die Gittergehäuse der Tuscaroren (1904) auf Mißtrauen und Unglauben stießen und die Ansicht vielfach ausgesprochen wurde, es möchten die Einzeltiere der Tuscaroren zufällig in die Schalen von Sagosphäriden hineingeraten sein.

Was die Familie der Cannosphäriden anbelangt, so weisen auch sie engere Beziehungen zu den Phäocalpien auf, insofern als ihre innere Gitterschale eine Oeffnung besitzt und hinsichtlich ihres ganzen Baues, namentlich was die Basalpyramiden der Radialbalken anbelangt, eine große Uebereinstimmung speciell mit den Circoporidenschalen aufweist[1]).

1) Die von mir früher (1901a, S. 634) gemachte Angabe, daß die Cannosphäriden mit den Tuscaroriden auch darin übereinstimmen, daß das Lumen der Radialbalken direkt mit dem Lumen der Schale kommuniziert, ist, wie ich mich seither sowohl hinsichtlich der Cannosphäriden als der Tuscaroriden überzeugt habe, unrichtig.

Von allen hier aufgezählten Beziehungen zwischen den einzelnen Familien der Phäosphärien und Phäocalpien sind diejenigen zwischen den Sagenoarien und Tuscaroren die engsten und auffälligsten, und so wird man durch die Betrachtung der morphologischen Uebereinstimmungen zu demselben Ergebnis geführt, wie durch die Entwickelungsgeschichte, nämlich zu einer Umänderung der von HAECKEL vorgeschlagenen Reihenfolge der Familien. Man gelangt damit zu folgender Gruppierung:

2. Familie. Aulosphaeridae.
3. Familie. Cannosphaeridae.
4. Familie. Sagosphaeridae.

2. Familie. Aulosphaeridae.

Aulosphaerida HAECKEL, 1862, 1887.

Tripyleen mit großer, meist sphärischer, ovaler, ballon- oder spindelförmiger Gitterschale, deren Maschen durch hohle, von einem Achsenfaden durchsetzte Tangentialbalken gebildet werden.

Historisches über die Erforschung der Aulosphäriden findet sich bei HAECKEL, 1887, S. 1616.

Die Aulosphäriden sind verhältnismäßig große und formenreiche Tripyleen. Am kleinsten ist die kugelige, oberflächenbewohnende *Auloscena pelagica* (Taf. XLVII, Fig. 352) mit einem Schalendurchmesser von 1,2—1,4 mm. Ihr kommen am nächsten die kleinsten, gleichfalls kugeligen Individuen von *Aulosphaera labradoriensis* (Taf. XLVII, Fig. 351), bei welchen die Gitterschale ohne die Radialstacheln einen Durchmesser von 1,5 mm besitzt. Das Gegenstück bildet der ausgesprochen monaxone, ungleichförmig-spindelförmige *Aulatractus fusiformis*, dessen Länge 7,5—8 mm betragen kann (Taf. XLVII, Fig. 358).

In vielen Fällen ist die Gestalt der Aulosphäridenschale kugelig, indessen trifft man sehr häufig auch ellipsoidische, ovale, birn- oder ballonförmige Schalen an. Ellipsoidische Gehäuse fand ich bei *Aulosphaera bisternaria ovulum* (Taf. XLVII, Fig. 355), ausgesprochene Eiformen bei *Au. bisternaria septentionalis* (Fig. 354), birnförmige Schalen, bei welchen die spitzigere Schalenpartie nur durch eine schwache Einziehung von der stumpfen abgetrennt ist, finden sich z. B. bei *Aulosphaera coronata* (Taf. XLVII, Fig. 357), während ausgesprochene Ballonformen mit scharf abgesetztem, kegelförmigem, spitzem Pole bei tropischen Exemplaren von *Aulosphaera bisternaria* zur Beobachtung kamen (Taf. XLVII, Fig. 359). In Berücksichtigung der Verhältnisse bei anderen Tripyleen, sowie nach meinen Erfahrungen an lebenden Collozoen (1905, S. 353) möchte ich annehmen, daß bei allen diesen ungleichpoligen Formen der spitze Pol nach unten gerichtet ist.

Die zur HAECKEL'schen Gattung *Aulophacus* gehörenden Arten mit linsenförmiger Schale sind mir nicht zu Gesicht gekommen.

Das Maschenwerk der Gitterschale wird meistens gebildet von annähernd gleich langen, hohlen, von Achsenfäden durchsetzten Tangentialbalken, welche mit ihren Enden miteinander verbunden sind. In der Regel treten in einem Knotenpunkte sechs Tangentialbalken zusammen,

in welchem Falle das Gitterwerk von lauter regelmäßigen gleichseitigen Dreiecken gebildet wird. Bei den von der Kugelgestalt abweichenden Formen können Unregelmäßigkeiten insofern auftreten, als in einzelnen Knotenpunkten die Spitzen von fünf oder sieben, selten von vier oder acht Dreiecken zusammenstoßen. Während so die meisten Formen im ganzen die sechsstrahlige Anordnung der Balken, bezw. die Dreiecksstellung der Knotenpunkte als Grundtypus festhalten, fand ich bei einzelnen Individuen von *Aulosphaera triodon* und *trigonopa* vorwiegend vierstrahlige Knotenpunkte und dementsprechend überwiegend quadratische Maschen vor (Taf. XI, Fig. 105; Taf. XLIV, Fig. 337a). Einen dritten Typus repräsentieren die zur Haeckel'schen Unterfamilie der Aulonida gehörigen Formen, bei welchen in den Knotenpunkten meist nur drei Tangentialbalken zusammenstoßen und dementsprechend unregelmäßig polygonale, meist fünf- und sechsseitige Maschen entstehen (Taf. XIV, Fig. 139), ähnlich wie sie bei den Cannosphäriden wiederkehren (Taf. XIV, Fig. 143). Auf die funktionelle und entwickelungsgeschichtliche Bedeutung der Verschiedenheiten, welche diese drei Haupttypen zeigen, werde ich weiter unten nochmals zurückkommen.

Bei den 2 Gattungen *Auloplegma* und *Aulodictyum* fand Haeckel kein regelmäßiges Gitter, sondern ein spongiöses Netzwerk. Es sind mir keine Formen zu Gesicht gekommen, bei welchen die ganze Schale eine derartige Struktur zeigte, dagegen fand ich bei antarktischen, birnförmigen Exemplaren der *Aulosphaera bisternaria* am spitzen Pole ein unregelmäßiges Maschenwerk, welches wohl dem spongiösen Netzwerk von *Auloplegma* und *Aulodictyum* entsprechen dürfte (Taf. XLV, Fig. 339).

Die Tangentialbalken selbst stellen in den meisten Fällen gleichmäßig cylindrische, glatte Röhren dar. Nur bei einzelnen Formen, so namentlich bei *Aulosphaera sceptrophora* Haeckel (Rep., Taf. CIX, Fig. 3 und 4), sind sie in der Mitte mehr oder weniger eingeschnürt, und bei einigen Arten, z. B. *Aulosphaera filigera* (Taf. XI, Fig. 108) und *Aulastrum spinosum* (Taf. XIV, Fig. 139), sind sie mit einigen wenigen regelmäßig verteilten und nach außen gerichteten Anfängen versehen, welche die Gestalt von Fädchen haben und kleine Endknöpfe oder Endscheiben tragen.



Fig. 9. Spitze einer siebenseitigen Pyramide von *Auloscena spectabilis* nach Haeckel.

In Bezug auf die gegenseitige Verbindung der Tangentialbalken in den Knotenpunkten gingen die Ansichten der früheren Forscher auseinander. Haeckel erwähnt speciell von *Aularia*, daß die abgestumpften Spitzen der Tangentialröhren in der Weise zusammengestemmt sind, daß die letzteren einen regelmäßig-sechsstrahligen Stern bilden (vergl. Textfig. 9). „Das konische Ende jeder Tangentialröhre ist von den konischen Enden der 2 benachbarten Röhren getrennt und gleichzeitig mit ihnen eng verbunden durch ein dünnes Septum, das Astral- oder Suturalseptum. Die 6 Astralsepta setzen miteinander einen sechsstrahligen Stern zusammen, und im Centrum dieses Sternes sind die Achsenfäden der Röhren miteinander verbunden. Ihre centrale Verbindung ist umgeben von einem kleinen, doppel-konturierten Kreis, welcher eine kleine, flache, an der Innenseite des Sternes gelegene Höhlung, die ‚nodal cavity', zu umgeben scheint. Die letztere besitzt bei *Aularia* wahrscheinlich eine centrale Oeffnung an ihrer Innenseite und 6 kleine periphere Poren, welche in die 6 anstoßenden Tangentialröhren hereinführen." Bei den mit Radialstacheln versehenen Gattungen *Aulosphaera* und

Auloscena erhebt sich der Achsenfaden des Radialstachels vom Centrum des Sternes und ist nach einwärts zu in einen freien centripetalen Fortsatz (beam) verlängert. Letzterer stellt eine sehr dünne, konische Röhre dar, welche oft mit einer sechsseitig-pyramidalen Basis beginnt und ebenfalls einen Achsenfaden enthält. HAECKEL vergleicht diese centripetalen Fortsätze mit den Radialbalken des Cannosphärenskelettes.

Die Endporen der Tangentialbalken lassen sich, wie HAECKEL angiebt, sehr schwer beobachten. Indessen glaubt er die Anwesenheit solcher Poren mit Notwendigkeit der Thatsache entnehmen zu müssen, daß bei Aulosphäridenskeletten, welche durch Erhitzen gereinigt oder mit heißen Mineralsäuren behandelt und dann getrocknet werden, die hohlen Röhren sich stets mit je einer Luftblase füllen. HAECKEL glaubt das Auftreten dieser Luftfüllung nur durch die Annahme erklären zu können, daß jede Tangentialröhre an ihren Enden je einen Porus besitzt, welcher sich in die „nodal cavity" öffnet.

R. HERTWIG bestreitet die Anwesenheit solcher Oeffnungen, und in der That ist am konservierten Material von einer Durchbohrung der Röhrenwandung, wenigstens direkt, nichts zu erkennen.

Auf Grund von einigen einfachen, an getrockneten Skeletten angestellten Versuchen bin ich selbst (1904a, S. 613) zu einer Anschauung gelangt, welche sich derjenigen HAECKEL's nähert.

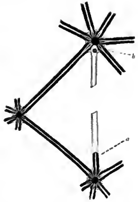
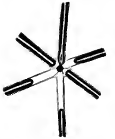


Fig. 10. Getrocknetes *Aulatractus*-Skelett, nach Zusatz von Kanadabalsam. Bei *a* und *b* verschwinden Luftblasen in den verletzten Skeletteilen.

„Setzt man zu dem über der Flamme getrockneten Skelett eine dickflüssige Substanz, z. B. Kanadabalsam, hinzu, so sieht man, daß die Flüssigkeit zunächst nur in abgebrochenen oder sonstwie verletzten Skelettröhren eindringt, während die vollständig intakten Röhren in ihrer ganzen Länge luftgefüllt bleiben (Textfig. 10). In den abgebrochenen Röhren sieht man den Luftinhalt innerhalb weniger Minuten vor der vordringenden Flüssigkeit zurückweichen und sich zu einer kleinen Perle zusammenziehen, die sich in den letzten Phasen des Prozesses außerordentlich rasch verkleinert und zum Schluß plötzlich verschwindet (Textfig. 10 *a* und *b*). Inwieweit es sich bei diesen Vorgängen um eine Verdrängung der Luft oder um eine Zusammenziehung der durch die Erhitzung anfänglich ausgedehnten Luftblasen oder endlich um eine Resorption derselben im Lösungsmittel des Kanadabalsams handelt, konnte ich nicht mit Sicherheit ermitteln. Möglicherweise wirken alle 3 Faktoren zusammen: daß speciell der letztgenannte eine bedeutende Rolle spielt, scheint mir daraus hervorzugehen, daß auf älteren Kanadabalsampräparaten auch die nicht verletzten Skelettröhren zum großen Teil luftleer sind, eine Erscheinung, die wohl nur durch eine allmähliche Aufsaugung der Luft im Lösungsmittel des Kanadabalsams erklärt werden kann.

Ein anderes Bild erhält man bei Anwendung dünnflüssiger Zusätze, z. B. von Wasser, Alkohol oder Xylol. In den verletzten Röhren spielen sich die Vorgänge in ähnlicher Weise, wie bei Kanadabalsam, ab, dagegen sieht man, namentlich bei Anwendung von Alkohol und

Xylol, daß auch in den intakten Skelettröhren unter dem Auge des Beobachters eine allmähliche Verdrängung der Luft erfolgen kann. Bezeichnend ist nun, daß diese Verdrängung ausschließlich von den Knotenpunkten aus vor sich geht (Textfig. 11), und ferner ist hervorzuheben, daß die Flüssigkeit bald in allen, bald nur in einzelnen Röhren eines Sternes vordringt und daß in beiden Fällen ihr Vorrücken in benachbarte Röhren mit sehr ungleicher Geschwindigkeit vor sich geht. Der Versuch zeigt, daß die Flüssigkeit nicht von allen Seiten gleichmäßig durch die Wandung der Röhren diffundiert, sondern daß sie nur von den Enden der Röhren aus in dieselben hineingelangt, mag dies nun durch die an den Röhrenenden zu konstatierende geringere Wanddicke, oder durch das Vorhandensein von porenartigen Oeffnungen bedingt sein. Daß die Flüssigkeit nicht in allen Röhren eines Sternes gleichzeitig und gleich rasch eindringt, dürfte wohl damit zusammenhängen, daß beim Eintrocknen des Röhreninhaltes einzelne Oeffnungen mehr oder weniger verstopft werden und dadurch ein rasches Vordringen der Flüssigkeit verhindert wird."


Fig. 11. Getrocknetes *Aulatractus*-Skelett, nach Zusatz von Alkohol oder Xylol. Verdrängung der Luft vom Knotenpunkte aus.

Ueber die Art der Verbindung der in einem Knotenpunkt zusammenstoßenden Tangentialröhren sei noch folgendes mitgeteilt. Nach der Darstellung von R. Hertwig und Haeckel sind, wie wir sahen, die Skelettröhren der Aulosphäriden in den Knotenpunkten mit ihren Enden gegeneinander gestemmt und die betreffenden Wandpartien von je 2 benachbarten Röhren miteinander zu einem „Astralseptum" verlötet (Textfig. 9). Wie ich indessen bei *Auloscena verticillus* und bei verschiedenen anderen Aulosphäriden feststellen konnte, ist die Verbindung der Skelettröhren eine etwas kompliziertere (Textfig. 12): eine kurze Strecke, bevor je 2 benachbarte Skelettröhren zusammenstoßen, spaltet sich die Wand derselben (Textfig. 12 *a*), und während die inneren, dünneren Lamellen miteinander eines der vorhin erwähnten Astralsepten bilden, schlägt sich die äußere, dickere Lamelle von einer Röhre zur anderen herüber und bildet auf diese Weise eine Verbindung, welche am besten mit einer Gelenkkapsel zu vergleichen ist. Da nun, wie gezeigt werden kann, das Skelettmaterial als solches eine elastische Beschaffenheit aufweist, so werden insbesondere auch die durch Spaltung der Röhrenwandung entstandenen, verhältnismäßig dünnen Lamellen eine solche besitzen, und die ganze Einrichtung stellt sich demnach thatsächlich als eine Gelenkverbindung von einfacher, aber allseitig wirksamer Struktur dar, als eine Verbindungsweise, welche man vielleicht als Radgelenk bezeichnen kann.

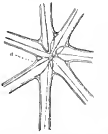


Fig. 12. Stern aus der Gitterschale von *Auloscena verticillus*. Bei *a* spaltet sich die Röhrenwandung in zwei Lamellen, von denen sich die äußere als Gelenkkapsel auf die benachbarte Röhre überschlägt, die innere in die Bildung des Astralseptums übergeht.

Im Gegensatz zu den Tangentialbalken sind die Radialstacheln, im Zusammenhang mit ihrer wechselnden Funktion, von außerordentlicher Mannigfaltigkeit. Aehnlich wie bei den Nadeln der Aulacanthiden, treten nämlich auch hier zwei Haupttypen auf, je nachdem die Radialstacheln mehr die Funktion von Stützapparaten oder von Schwebeeinrichtungen

haben. Ersteres ist im allgemeinen mehr bei den größeren tiefenbewohnenden, von einer derben Sarkodehaut umhüllten, letzteres bei den kleineren phao- und knephoplanktonischen Formen der Fall.

Das einfachste Beispiel eines zur Stütze der Sarkodehaut dienenden Radialstachels findet sich bei *Aulastrum monoceros* (Taf. XIII, Fig. 138). Die sehr dichtstehenden Stacheln sind von konischer Gestalt, gleichmäßig gegen die Spitze hin verjüngt und lassen außer einem fein bedornten, als Haftapparat dienenden Endknopf in der Regel keine Differenzierung erkennen.

Einen etwas vollkommneren Typus stellen die zwei-, drei- und vierzinkigen Gabeln von *Aulosphaera triodon* (Taf. XI, Fig. 105—107) und *coronata* (Taf. XI, Fig. 109) dar. Speciell die dreizinkigen Gabeln vierstrahliger Radialstacheln repräsentieren denjenigen Stützapparat, der bei möglichster Materialersparnis in vollkommenster Weise seine Aufgabe erfüllt, der über die Gesamtheit der Stacheln ausgespannten Sarkodehaut als Unterlage zu dienen.

Auf einer noch höheren Organisationsstufe stehen diejenigen Formen der Gattung *Auloscena*, bei denen die Radialstacheln die Spitze von pyramidenähnlichen Erhebungen der Gitterschale einnehmen und dabei eine mächtig entwickelte, vielarmige Endkrone tragen. Speciell bei *Auloscena verticillus* (Taf. XIII, Fig. 136), erhebt sich auf dem pyramidenförmigen Sockel, den wir als Fuß bezeichnen wollen, ein konischer, mit zahlreichen Seitenästen und Seitendornen versehener Schaft, welcher seinerseits eine Krone von langen, zugespitzten, nach außen konvexen Terminalästen oder Armen trägt. „Es leuchtet ein, daß die Gliederung der Stacheln in Krone, Schaft und Fuß durch ihre specifische Leistung bedingt ist, nämlich durch den Widerstand, welchen die Stacheln bei Anstößen irgend welcher Art dem auf die Sarkodehaut ausgeübten Radiär- oder Tangentialdruck entgegenzusetzen haben. Wirkt nämlich ein von irgend einer Seite her kommender Druck auf einen Punkt der Weichkörperoberfläche ein, so wird er zunächst von den elastischen Armen der Krone aufgenommen. Dabei bringt es die große Anzahl und regelmäßige Anordnung der Arme mit sich, daß ein von außen kommender Druck auf größere Bezirke der Oberfläche verteilt und dadurch die Haut vor einseitiger Derangierung oder Durchbohrung bewahrt wird. Indem ferner der von den Armen aufgenommene Druck auf den Schaft und Fuß weitergeleitet wird, erfolgt abermals eine Verteilung seiner Wirkung, wobei die nachgiebige Beschaffenheit der Skelettteile sich in zweierlei Richtung geltend machen dürfte. Einmal sind — bei den Aulosphäriden allerdings in weit geringerem Grade als bei den Sagosphäriden — sämtliche Skelettteile biegsam, so daß z. B. bei schräg wirkendem Druck, etwa bei einseitiger Pressung des Deckglases, die Streben der einen Seite sich gegen das Centrum der Pyramide ausbiegen können. Zweitens spielen bei der Aufnahme und Verteilung des Druckes zweifellos die gelenkartigen Verbindungen der Hohlstäbe eine wichtige Rolle. Allerdings lassen sich die minimalen Drehungen der Skelettteile in den Verbindungsstellen nicht direkt beobachten und messen, da bei der Kleinheit und Elastizität des Objektes und bei der Schwierigkeit, die Winkelebenen in der Brennweite der Linse festzuhalten, eine genaue Kontrolle der Winkelveränderungen nicht möglich ist." Indessen kann wohl kaum bezweifelt werden, daß die oben beschriebenen Radgelenke wirklich wechselseitige Verschiebungen und Drehungen der Skelettelemente gestatten.

Sehr naheliegend ist bei diesen Bildungen der Vergleich mit der Wirbeltiergliedmaße mit ihrem Stützskelett und ihrer in distaler Richtung zunehmenden Gliederung, sowie vor allem

der Hinweis auf die Stützwurzeln vieler Pflanzen, insbesondere die bekannten Stelzenwurzeln der Mangrovebäume (Rhizophora).

Im einzelnen kommen bei den verschiedenen *Auloscena*-Arten mehrere Modifikationen vor, unter welchen die mannigfaltige Ausbildung der Terminalkronen bei einigen von Haeckel beschriebenen Formen (vergl. Rep., Taf. CX), sowie die mechanisch wohlverständliche keulenförmige Verdickung des distalen Stachelendes bei *Auloscena atlantica* (Taf. XIII, Fig. 132) hervorzuheben ist, letztere auch als Konvergenzbildung zum Radialstachel von *Sagenoscena lampadophora* (Taf. XVIII, Fig. 163).

Das andere Extrem hinsichtlich der Verzweigungsweise der Stacheln bilden diejenigen Aulosphäriden, bei welchen die Radialstacheln gleichzeitig der Vergrößerung der Oberfläche und demgemäß in erster Linie als Schwebeeinrichtungen dienen. Da mit der Vergrößerung der Oberfläche des Weichkörpers auch die Nahrungsaufnahme erleichtert wird, so verdienen die Radialstacheln in diesem Falle bis zu einem gewissen Grade auch die Haeckel'sche Bezeichnung „capturing tentacles". Charakterisiert ist dieser zweite Typus dadurch, daß die Radialstacheln mit mehreren etagenförmig übereinander gelegenen, meist ziemlich regelmäßigen Quirlen von kurzen, geknöpften Aesten versehen sind. Ueber jedem Radialstachel ist der Weichkörper scheidenförmig ausgezogen, und zwar derart, daß die Oberfläche der Scheiden von den Endknöpfchen eben noch berührt und getragen wird. Besonders schöne Beispiele sind *Aulosphaera elegantissima* (Taf. XII, Fig. 123 und 124; vergl. auch die nach einer Abbildung von R. Hertwig kopierte Textfig. 13), *Aulastrum mirabile* (Taf. XIV, Fig. 141 und 142) und *Auloscena pelagica* (Taf. XIII, Fig. 137). Letztere Art ist eine ausgesprochene Bewohnerin der Oberflächenschichten der tropischen Meere, für die beiden anderen steht die Verbreitung noch nicht fest, indessen weist ihre Kleinheit und die Zierlichkeit des Skelettes darauf hin, daß auch sie vorzugsweise den wärmeren Oberflächenschichten angehören, womit die besondere Entfaltung des Schwebeapparates in Zusammenhang gebracht werden kann.



Fig. 13. Radialstachel von *Aulosphaera elegantissima* mit Sarkode. Nach R. Hertwig, 1879, Taf. X, Fig. 15.

Bei einer Form, *Aulosphaera bisternaria*, konnte ein allmählicher Uebergang von dem einen Haupttypus zum anderen festgestellt werden. Während bei der Kaltwasserform die beiden Astquirle eng zusammenrücken und so unter Vermehrung der Aestezahl eine ausgesprochene „Doldenform" zu stande kommt (Taf. XII, Fig. 116 und 117), sind bei der tropischen Oberflächenform die beiden, nur von je 3 Aesten gebildeten Quirle sehr weit voneinander entfernt, so daß eine etwas modifizierte „Achrenform" resultiert (Taf. XII, Fig. 113), ein Uebergang, der in ähnlicher Weise auch in den Gattungen *Aulographonium* (Taf. VI, Fig. 53—55) und *Aulospathis* (Taf. VII, Fig. 77—80) zu verfolgen ist.

Eine Art Mittelstellung nehmen diejenigen Formen ein, bei welchen die Radialstacheln in ihrer ganzen Länge und in mehr unregelmäßiger Weise mit zahlreichen, schwach gekrümmten, knöpfchentragenden Seitenästen besetzt sind, wie dies z. B. bei *Aulastrum spinosum* (Taf. XIV, Fig. 139 und 140) der Fall ist. Hier sind die Aeste nur am obersten Ende des Stachels quirlartig zusammengeordnet (Fig. 140) und auch hier nie in so regelmäßiger Weise, wie z. B. bei

Aulastrum mirabile (Fig. 141 und 142). Weiter unten sind sie dagegen zerstreut angeordnet oder höchstens paarweise gruppiert, ein Verhalten, welches auch bei einigen anderen Aulosphäriden wiederkehrt! Von dieser bipolaren Kaltwasserform sind mir nun, was die Ausdehnung des Weichkörpers und das Verhalten der extrakalymmalen Sarkodehaut anbelangt, zweierlei Exemplare zu Gesicht gekommen. Bei einigen Individuen spannt sich die Sarkodehaut in ziemlich gleichmäßiger Fläche über die Enden der Radialstacheln hinweg, wie wir dies in ähnlicher Weise bei *Auloscena verticillus* gefunden haben und wie es in der Figur 139 (Taf. XIV) durch die punktierte Linie angedeutet worden ist. Bei anderen Exemplaren legt sich dagegen die Haut den Endknöpfchen der 2 oder 3 Astquirle an, so daß scheidenförmige Weichkörperbildungen entstehen (Fig. 139, untere Linie, und Fig. 140).

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß es sich hier nicht um individuelle Variationen handelt, sondern daß das Volumen und die Oberfläche des Weichkörpers von *Aulastrum spinosum* zeitlichen Schwankungen unterworfen ist, und man wird mit der Annahme nicht fehlgehen, daß diese Veränderungen mit einer Fähigkeit, im Wasser zu steigen und zu sinken, im Zusammenhang stehen (vergl. 1904a, S. 617 ff.).

In Bezug auf die Beschaffenheit der Stachelwandung sei noch hervorgehoben, daß einzelne Aulosphäriden außerordentlich derbe Stacheln mit sehr dicker, körnig-undurchsichtiger Wandung von gelblicher oder braungelber Farbe besitzen. Hierher gehören *Aulosphaera robusta*, bei welcher namentlich die mächtigen, pfostenartigen Stacheln des stumpfen Poles (Taf. XI, Fig. 110) durch eine außerordentlich dicke Wandung ausgezeichnet sind, ferner *Auloscena robustissima* (Taf. XIII, Fig. 134) und *Auloscena atlantica* (Taf. XIII, Fig. 132), welch letztere wegen ihres keulenförmig verdickten Stachelendes bereits Erwähnung gefunden hat.

Die Radialstacheln aller Aulosphäriden sind, wie schon HAECKEL und R. HERTWIG beobachtet haben, ebenso wie die Tangentialröhren, von einem Achsenfaden durchzogen, der mit der Wandung durch einzelne feine Querfäden verbunden ist. Gewöhnlich treten diese Querfäden an die Basen der Seitenäste und Seitendornen heran (Taf. XI, Fig. 108 u. a.), indessen sind auch bei solchen Radialstacheln, welche keine seitlichen Anhänge besitzen, nicht selten Querbrücken zu konstatieren (Taf. XI, Fig. 106 und 109). Eigentliche Querwände, wie sie von HAECKEL erwähnt werden, habe ich bei den mir vorliegenden Formen nicht gefunden.

Entwickelung des Skelettes. In entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht, namentlich was die Entstehung des Skelettes anbelangt, erweisen sich die Aulosphäriden fast noch spröder als die Aulacanthiden. Thatsächlich wurden nur ein einziges Mal eigentliche Entwickelungsstadien angetroffen, d. h. Skelette, bei welchen die Verkieselung noch nicht ganz beendet war (Taf. XLVI, Fig. 347). Dagegen fanden sich auch bei den Aulosphäriden sehr häufig Abnormitäten und Monstrositäten, deren vergleichende Betrachtung allmählich zu einigen Anschauungen über die Entstehung des Skelettes führte[1].

Wie ich glaube, lassen sich der Gesamtheit der teratologischen Daten wenigstens zwei Punkte mit Sicherheit entnehmen. In erster Linie ergiebt die Betrachtung zahlreicher Vorkommnisse mit Bestimmtheit den Satz, daß die einzelnen Tangentialröhren der Aulosphäriden in ähnlicher Weise, wie die Radialstacheln der Aulacanthiden, von selbständigen Anlagen aus ihre Entstehung nehmen. Dafür sprechen vor allem die zahlreichen Fälle, in welchen

1) Auf das Auftreten solcher Abnormitäten bei *Aulosphaera* hat schon R. HERTWIG (1879, S. 91) hingewiesen.

einzelne Tangentialröhren nicht in regelmäßiger Weise zwischen je zwei Knotenpunkten gelagert sind, sondern entweder 2 andere Tangentialröhren miteinander verbinden (Taf. XLV, Fig. 343; Taf. XII, Fig. 124), oder nur mit einem Ende an eine Dreiecksseite stoßen, bezw. dieselbe schneiden, mit dem anderen Ende aber frei in die Masche vorspringen (Taf. XLV, Fig. 342). Alle diese Bilder können wohl nur in dem Sinne gedeutet werden, daß es sich um selbständig entstandene, überzählige oder versprengte Skelettelemente handelt, welche bei der Bildung des Gesamtskelettes keinen Platz gefunden haben. Hier sind auch diejenigen Fälle anzureihen, in welchen die Tangentialröhren allerdings zu sternförmigen Knotenpunkten zusammentreten, jedoch mit ihren Enden nicht sämtlich an die „nodal cavity" stoßen, sondern zum Teil aus dem Centrum herausgedrängt und auf eine Nachbarröhre heraufgeschoben erscheinen (Taf. XLIV, Fig. 336). Auch diese Vorkommnisse sind kaum anders als in der Weise zu erklären, daß die Tangentialröhren wenigstens in der ersten Anlage eine selbständige Entstehung nehmen. Erwähnt mag hier noch die Bemerkung Haeckel's sein, daß es sehr selten, aber nur bei bestimmten Species gelingt, vollständige Tangentialröhren zu isolieren (Rep., p. 1619).

Ein zweiter Satz, dessen Richtigkeit mir ebenfalls mit Sicherheit aus den teratologischen Vorkommnissen hervorzugehen scheint, besagt, daß während der Entstehung des Skelettes vielfach mehrere Centren miteinander in Konkurrenz treten. Eine ganze Reihe von komplizierten Konstellationen wird wenigstens ohne weiteres verständlich, wenn wir uns denken, daß in den ersten Phasen der Skelettbildung an Stelle der Knotenpunkte orientierende und richtende Centren irgend welcher Art bestehen, daß diese im allgemeinen gleiche Abstände voneinander einhalten, daß aber unter Umständen eine Störung des Gleichgewichtszustandes stattfindet, so daß zwei oder mehr Centren in schärfere Konkurrenz miteinander treten. So wird man z. B. annehmen dürfen, daß in dem in Fig. 338 (Taf. XLIV) abgebildeten Skelettstück mindestens die beiden Punkte *a* und *b* miteinander in Wettbewerb um die Herstellung eines Sternes und die Orientierung der benachbarten Tangentialröhren getreten waren. Der Punkt *a* unterlag dabei, jedoch machte sich sein Einfluß nicht bloß in der Verdoppelung des Stranges *c*, sondern auch in der Ausbildung eines rudimentären Balkens in dem benachbarten Felde (bei *d*) bemerklich [1]).

Auch die in Fig. 344 (Taf. XLV) dargestellten Unregelmäßigkeiten lassen sich am besten von der Annahme aus verstehen, daß in der Nachbarschaft des zum stacheltragenden Knotenpunkt werdenden Centrums eine Zeitlang ein zweites bestand, auf dessen Wirksamkeit das Auftreten des nach abwärts gerichteten Stachelfortsatzes und der 3 divergierenden, gleichfalls rudimentären Tangentialröhren zurückzuführen ist.

Es mag gleich hier auf ähnliche Vorkommnisse bei den Sagosphäriden hingewiesen werden, so auf die scheinbar gespaltenen Pyramiden von *Sagenoscena irmingeriana* (Taf. XVI, Fig. 158), bei welchen, wie deutlich zu sehen ist, die Orientierung der Balkenanlagen von zwei dicht nebeneinander gelegenen, miteinander konkurrierenden Centren ausging.

So weit die unzweideutigen Ergebnisse, zu welchen man, wie ich glaube, bei Betrachtung der abnormen und monströsen Bildungen gelangt. Als eine Hypothese von einiger apriorischer

1) Bezeichnend ist die auch bei anderen abnormen Tripyleenskeletten, z. B. bei *Aulospathis* (s. oben S. 82), immer wiederkehrende Erscheinung, daß das Auftreten irgend einer Unregelmäßigkeit fast immer von Abnormitäten anderer Art begleitet ist. So sehen wir z. B. in Fig. 338 im Bereich der beiden konkurrierenden Centren die bei *Auloscena* sonst nur an den Radialstacheln entwickelten Nebendornen auch an den Tangentialbalken auftreten.

Wahrscheinlichkeit darf man dann wohl noch den weiteren Satz hinzufügen, daß die Entstehung der Tangentialröhren von der Bildung der Achsenfäden oder, wenn ich sie nennen möchte, der Primitivnadeln ihren Ausgang nimmt, in ähnlicher Weise, wie sich z. B. die Radialstacheln von *Aulokleptes* im Anschluß an eine Fremdkörpergrundlage entwickeln. Zu Gunsten dieser Hypothese läßt sich auch der Umstand anführen, daß bei monströsen Verbildungen die Achsenfäden in ununterbrochenem und ungestörtem Verlauf die Ueberkreuzungsstellen durchqueren (Taf. XLIV, Fig. 338), und daß sie sich auch in die kleinsten Rudimente von Tangentialröhren hineinerstrecken (Taf. XLV, Fig. 342), so daß sie augenscheinlich Länge und Richtung der Tangentialröhren bestimmen. Besonders bemerkenswert ist in dieser Hinsicht das in Fig. 338 (Taf. XLIV) abgebildete Skelettstück, an welchem eine ganze Anzahl von höckerartigen, augenscheinlich durch die vorstehenden Enden der Primitivnadeln bedingten Vorsprüngen und Auswüchsen zu erkennen sind (bei c).

Von diesen Beobachtungen und Hypothesen aus gelangt man schließlich zu folgender vorläufigen Anschauung hinsichtlich der Entwickelung des Aulosphäridenskelettes.

In einer oberflächlichen Schicht des Weichkörpers scheidet sich zunächst ein Mantel von feinen, hohlen Primitivnadeln ab, welche den Tangentialnadeln der Aulacanthiden entsprechen und zunächst noch eine unregelmäßig zerstreute Anordnung besitzen, ähnlich dem „spongiösen“ Flechtwerk, welches man z. B. am spitzigen Pole der birnenförmigen Individuen von *Aulosphaera bisternaria* antrifft (Taf. XLV, Fig. 339).

Fast gleichzeitig mit der Abscheidung der Primitivnadeln treten ordnende Centren in Wirksamkeit, welche sich auf Grund einer gegenseitigen Abstoßung in der Oberflächenschicht des Weichkörpers gleichmäßig zu verteilen suchen. Theoretisch sind zwei vollkommene Gleichgewichtslagen der Centren denkbar, die Dreiecks- und die Vierecksstellung, und beide finden sich in der That verwirklicht, letztere allerdings nur in einzelnen Fällen, nämlich bei *Aulosphaera triodon* (Taf. XI, Fig. 105) und *trigonopa* (Taf. XLIV, Fig. 337a). Daß die Dreiecksstellung bei weitem bevorzugt wird, mag damit zusammenhängen, daß die durch diese Anordnung der Centren bedingte gleichseitig-dreieckige Maschenstruktur des fertigen Skelettes ein durchaus festes, nicht verschiebbares Gefüge darstellt, was natürlich für das aus Rhomben und Quadraten bestehende Vieréckssystem nicht ohne weiteres gilt. Noch eine dritte, freilich mathematisch nicht ganz vollkommene Gleichgewichtsstellung findet sich innerhalb der Familie der Aulosphäriden, und zwar bei der Gattung *Aulastrum* (Taf. XIV, Fig. 139) vor. Hier nehmen die richtenden Centren, aus welchen nach unserer Auffassung die Knotenpunkte des fertigen Skelettes hervorgehen, die Ecken von Polygonen, hauptsächlich von Sechs- und Fünfecken ein, so daß man von einer Polygon- oder Wabenstellung sprechen kann.

Nach unserer Hypothese würden nun die gleichmäßig verteilten Centren die zunächst unregelmäßig durcheinander liegenden Primitivnadeln orientieren, so wie die Plasmateilchen der Zelle durch die Wirkung der Centrosomen in bestimmten Linien orientiert werden. Da die Primitivnadeln starre Gebilde von beträchtlicher Länge sind, so ordnen sie sich nicht in Kurven, sondern in geraden Reihen oder Bündeln an und bilden auf diese Weise die Achsenstränge. Nachdem dies geschehen ist, erfolgt um die Achsenfäden herum die Abscheidung einer „Vakuole“, worauf von seiten der „Vakuolenhaut“ die Wandung der Tangentialbalken gebildet wird.

Wie ich glaube, giebt diese Hypothese, welche unter gleichzeitiger Berücksichtigung der bei den Castanelliden (s. unten) beobachteten entwickelungsgeschichtlichen Verhältnisse gewonnen wurde, für alle Einzelheiten im normalen und namentlich im abnormen Skelett eine befriedigende und einfache Erklärung. Isolierte Tangentialröhren z. B., welche entweder als Transversalen eines regelmäßigen Dreiecks auftreten (Taf. XLV, Fig. 343) oder nur mit einer Dreiecksseite in Verbindung stehen und frei in den Maschenraum hineinragen (Fig. 342), würden zurückzuführen sein auf solche Primitivnadeln, welche auf Grund irgend welcher Störungen bei der Centrierung zurückgeblieben sind. Spaltungserscheinungen (Taf. XLIV, Fig. 338, und Taf. XVI, Fig. 158) würden dagegen in der Weise zu stande kommen, daß zwei zu nahe aneinander gelagerte Centren miteinander in Konkurrenz treten und so die in ihrem Bereich liegenden Primitivnadeln verhindern, sich zu einem einheitlichen Achsenstrang zusammenzuordnen.

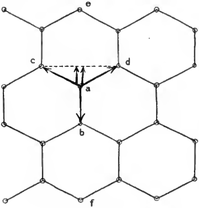


Fig. 14. Gitterschale von *Aulastrum*, schematisiert.

Welcher Natur die hypothetischen Centren sind, darüber möchte ich keine bestimmte Ansicht aufstellen. Man könnte etwa an die Durchschnittspunkte der Pseudopodien mit der äußeren Sarkodeschicht, oder auch, unter Hinweis auf das sich teilende Centralkorn der Heliozoen (Schaudinn), an eine multiple Centralkörperbildung denken[1].

Wie oben erwähnt, habe ich nur ein einziges Mal (T.-St. 239) ein paar Exemplare von *Auloscena pelagica* gefunden, welche ein noch färbbares Skelett aufwiesen und demnach als eigentliche Entwickelungsstadien betrachtet werden können (Taf. XLVI, Fig. 347). Diese Skelette waren übrigens nicht, wie dies bei entsprechenden Stadien der Castanelliden, Tuscaroriden und Challengeriden der Fall ist, gleichmäßig färbbar, sondern der Mehrzahl der Radialstacheln und Tangentialröhren lagerten dunkel tingierbare, scheibenförmige Substanzportionen auf, und ebenso waren die langen, fadenartigen Bildungen, welche hier die Stelle der „centripetal beams“ vertraten, mit einigen Klumpen färbbarer Substanz bedeckt.

Ueber den Weichkörper der Aulosphäriden lassen sich zur Zeit nur sehr dürftige Angaben machen, und speciell das konservierte Material gewährt in dieser Hinsicht nur spärliche Anhaltspunkte. Offenbar infolge der sehr weichflüssigen Beschaffenheit des Kalymmas ist von

1) Daß die polygonale Anordnung der Centren keine vollkommene Gleichgewichtslage darstellt, geht aus einer einfachen geometrischen Betrachtung hervor. Nehmen wir der Einfachheit halber ein rein hexagonales System an, so hat hier jeder Punkt drei unmittelbare, gleich weit von ihm entfernte Nachbarn, deren abstoßende Wirkung ihn an und für sich im Gleichgewicht halten würde. Denn es wird, wie die Textfig. 14 zeigt, die Wirkung des Punktes *b* auf das Centrum *a* aufgehoben durch die Summe der in die gleiche Richtung fallenden Komponenten der Wirkungen von *c* und *d*. Nun wirken aber auch, abgesehen von den seitlich gelegenen, durchaus symmetrisch verteilten Punkten, die beiden in der Fortsetzung von *a b* befindlichen Punkte *e* und *f* auf unser Centrum *a* ein. Von diesen beiden Punkten ist *f* um die Strecke *a b* weiter entfernt als *e*, so daß also an und für sich *a* von *f* weniger als von *e* abgestoßen werden müßte, sich also nicht ganz im Gleichgewicht befinden kann. Man sieht also, daß die reine Hexagonalstellung keine vollkommene Gleichgewichtsstellung ist, und es dürfte damit zusammenhängen, daß bei der Gattung *Aulastrum* regelmäßig Hexagone und Pentagone miteinander gemischt sind.

der extrakapsulären Sarkode fast nie mehr etwas zu erkennen, und die „Centralkapsel sitzt frei und lose innerhalb der Gitterschale, wie ein Vogel im Käfig" (1904, S. 133). Nur bei einigen größeren Formen werden im konservierten Material Reste der baldachinartig über die Stachelspitzen gespannten extrakalymmalen Sarkodehaut angetroffen (Taf. XI, Fig. 104 u. a.), und bei denjenigen Arten, deren Radialstacheln zahlreiche übereinander geordnete Astquirle tragen, sind dieselben nicht selten von sehr schön erhaltenen Sarkodescheiden überzogen (Taf. XII, Fig. 124), ein Verhältnis, welches sich übrigens auch auf einer Abbildung von R. Hertwig (1879, Taf. X, Fig. 15; vergl. Textfig. 13) angedeutet findet.

Aus den Beobachtungen Haeckel's (1862, 1887) und R. Hertwig's (1879), sowie aus dem Wenigen, was ich selbst in Neapel an unvollständigen, frischen Exemplaren sehen konnte, geht so viel wohl mit Sicherheit hervor, daß das Kalymma der Aulosphäriden nicht, wie bei den Aulacanthiden, aus zwei Schichten, einer homogenen Außenschicht und dem Alveolenkörper, besteht, sondern eine einförmige, von dichten Sarkodenetzen durchsetzte Gallertmasse darstellt (vergl. Haeckel, 1862, Taf. XI, Fig. 5). Ob sich die Sarkodestränge durch die „centripetal beams" der Gitterschale hindurch in die Radialstacheln hinein erstrecken, wie Haeckel angiebt, oder ob sie die Kieselröhren ausschließlich äußerlich umhüllen, wie es nach R. Hertwig's Darstellung der Fall sein würde, vermag ich am konservierten Material nicht zu entscheiden.

Ein Punkt, der einigermaßen feststehen dürfte, ist die verhältnismäßig schwache Entwickelung des Phäodiums. Jedenfalls findet man beim konservierten Material nur in einzelnen Fällen kleinere Reste desselben im Umkreis der Astropyle (vergl. hierzu Haeckel, 1862, S. 359).

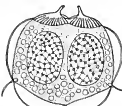


Fig. 15. In Teilung begriffene Centralkapsel von *Aulosphaera elegantissima*. Nach R. Hertwig, 1879, Taf. X, Fig. 2.

In Bezug auf die ellipsoidische, an der Parapylenseite meist abgeflachte Centralkapsel verdanken wir R. Hertwig den Nachweis ihrer tripyleen Natur. Hinzufügen will ich noch, daß sich im intrakapsulären Protoplasma die nämlichen kanalartigen Bildungen finden, welche von den Aulacanthiden her bekannt sind (Taf. XLVI, Fig. 346).

Der Kern enthält nach der Beschreibung und nach den Abbildungen von R. Hertwig (1879, Taf. X, Fig. 2) und Haeckel (1887, Taf. CXI, Fig. 2) eine wechselnde Anzahl von „Nucleoli", welche in eine Grundmasse eingebettet sind. R. Hertwig hat ferner eine Centralkapsel mit zwei Parapylen und geteilter Astropyle abgebildet, in welcher zwei Kerne in der für die dicystinen Aulacanthiden bekannten Weise nebeneinander gelagert sind (Textfig. 15).

Es ist mir gelungen, in meinem Material mehrere gut erhaltene, mit Flemming'scher Flüssigkeit oder Sublimat konservierte Exemplare von verschiedenen *Aulosphaera-*, *Auloscena-*, *Aulatractus-* und *Aulastrum*-Arten zu finden, welche für das genauere Studium der Kernverhältnisse geeignet waren. Wie bei den Aulacanthiden, so machte ich übrigens auch hier die Erfahrung, daß im ganzen nur ein kleiner Teil des mit Flemming oder Sublimat konservierten Materials einen wirklich guten Erhaltungszustand aufwies, vielfach war die färbbare Kernsubstanz ausgeflossen und nur die Grundmasse zurückgeblieben, in anderen Fällen wies der Kern eine homogene oder unregelmäßig spongiöse Beschaffenheit auf, so daß kein Zweifel darüber bestehen

konnte, daß es sich um Kunstprodukte handelte. Einige wenige, insbesondere ein paar Chromosmiumessigsäure-Präparate ließen aber die Kernstruktur in ausgezeichneter Schönheit erkennen, und hier fand sich dann in der Regel die von dicystinen Aulacanthiden (*Aulographis pandora, Auloceros, Aulokleptes*) her bekannte Schollen- und Strangstruktur vor.

Die Fig. 346 (Taf. XLVI) giebt einen Kern von *Aulatractus fusiformis* wieder. Der ganze Kernraum ist gleichmäßig ausgefüllt von unregelmäßig geformten, vakuolisierten „Binnenkörpern" und großenteils homogenen, leicht geschlängelten „Chromatinsträngen". Eine eigentliche Längsspaltung ist an letzteren nicht zu erkennen, jedoch zeigen viele in ihrer Achse reihenförmig angeordnete kleinste Vakuolen, welche vielleicht die erste Andeutung des Längsspaltungsprozesses darstellen. Eine so regelmäßige parallel gerichtete Anordnung, wie sie sich in manchen Aulacanthidenkernen findet, zeigen die Chromatinstränge nicht, man kann nur so viel sagen, daß die in den peripheren Teilen des Kernraumes gelegenen Stränge großenteils eine radiäre Stellung aufweisen, und daß die centralen im ganzen von der Astropylen- gegen die Parapylenseite gerichtet sind. Auch die vermutlich als Fettträubchen zu deutenden Körnchenhaufen, die sich im Aulacanthidenkern in gewissen Stadien finden, treten, wenn auch in spärlicherer Ausbildung, im *Aulatractus*-Kern auf. Die Grundsubstanz des Kernes endlich erscheint, wie dies bei den konservierten Tripyleenkernen in der Regel der Fall ist, in Form eines flockigen Gerinnsels.

Einer anderen Kernstruktur begegnete ich bei einigen *Auloscena*-Exemplaren. Die nicht sehr gut konservierten, aus Sublimatmaterial stammenden Kerne zeigten eine der Radstruktur von *Aulacantha* ähnliche Anordnung der färbbaren Elemente, nur war im Innern der centralen Verdichtung ein blasser Hof von unregelmäßig schaumiger Struktur vorhanden, so daß der Kern eine eigentümliche konzentrische Schichtung aufwies. Auch bei einem (ebenfalls mit Sublimat konservierten) Kern von *Aulatractus* begegnete ich einmal im Innern des mit scholligen Strängen ausgefüllten Kernes einem centralen, vollkommen chromatinfreien Raum, der an den bei den Orosphäriden beobachteten Centralhof erinnert.

Horizontalverbreitung. Mehrere Aulosphäriden scheinen eurytherme Kosmopoliten zu sein, insbesondere *Aulosphaera triodon* und *labradoriensis*. Für eine ganze Reihe läßt sich aber jetzt schon eine Beschränkung auf bestimmte Meeresgebiete angeben.

Auf die eigentlich tropischen Meeresgebiete beschränkt, also eigentliche Warmwasserformen dürften sein: *Aulosphaera trigonopa*, *coronata*, *filigera*, *trispathis*, *Auloscena pelagica*, *Aulastrum monoceros*. Einige Formen kommen vorzugsweise in den wärmeren Meeresteilen, daneben aber auch in den Mischgebieten des nördlichen Atlantik vor, so *Aulatractus fusiformis* und *Aulastrum mirabile*, ersterer anscheinend in einer kleineren Varietät.

Bipolare Kaltwasserformen sind *Aulosphaera bisternaria septentrionalis*, *Auloscena verticillus hamata* und *Aulastrum spinosum*.

Vertikalverbreitung. In den Schließnetzfängen wurden fast gar keine Aulosphäriden erbeutet, weshalb über die Vertikalverbreitung derselben nur wenig Bestimmtes ausgesagt werden kann. Auch die Angaben von Borgert (1903) gewähren in dieser Hinsicht keine sicheren Anhaltspunkte, weil bei den einzelnen Funden nicht erwähnt wird, ob es sich um vollständige Exemplare oder nur um Bruchstücke handelt. Ebensowenig sind aus den schon früher angeführten Gründen die Tiefenangaben im „Challenger"-Report vollkommen zuverlässig.

Im ganzen darf aber wohl gesagt werden, daß auch die größeren Formen, namentlich in der Antarktis, den 400 m-Horizont nach oben zu erheblich überschreiten, so daß sie wohl am ehesten in die Kategorie der knephoplanktonischen und pamplanktonischen Formen gerechnet werden können. Speciell *Auloscena pelagica* wurde im tropischen Indik wiederholt oberhalb des 50 und 20 m-Horizontes angetroffen, so daß wir es hier mit einer der wenigen Tripyleen-Arten zu tun haben, die noch der Zone des Phaoplanktons angehören.

Systematik. HAECKEL unterscheidet 9 Gattungen, welche in zwei Unterfamilien, die Aularida und Aulonida, eingeteilt werden. Erstere Unterfamilie ist durch die vorwiegend dreieckige, letztere durch die polygonale Maschenstruktur der Gitterschale gekennzeichnet.

Drei von den HAECKEL'schen Gattungen, die zu den Aulariden gehörige Gattung *Aularia* und die Auloniden-Gattungen *Aulonia* und *Aulodictyum*, besitzen keine Radialstacheln. Speciell *Aularia* wird von HAECKEL als die wahrscheinliche „ancestral form" der ganzen Familie bezeichnet. Es ist nun sehr auffallend, daß weder BORGERT, noch ich diejenigen zu den Familien der Aulosphäriden und Sagosphäriden gehörigen Formen wiederfinden konnten, welche durch das Fehlen der Radialstacheln charakterisiert sind. Es sind dies die oben genannten 3 Aulosphäriden-Gattungen mit im ganzen 8 und außerdem *Sagena* mit 4 und *Sagmarium* mit 3 Arten. Insbesondere konnte ich weder die antarktische *Aulonia tetragonia*, noch die tropisch-atlantische *Au. hexagonia*, noch die kosmopolitische *Au. polygonia* auffinden, trotzdem dieselben in Gebieten vorkommen müssen, welche von der „Valdivia" sehr genau untersucht worden sind. Worauf diese merkwürdige Inkongruenz zwischen HAECKEL's und meinen Befunden beruht, ob vielleicht jahreszeitliche Verhältnisse in Betracht kommen, oder ob etwa die stachellosen Formen Abnormitäten darstellen, darüber vermag ich nichts auszusagen. Erwähnen will ich nur gleich hier, daß ich auf der anderen Seite von *Cannosphaera antarctica* neben gewöhnlichen, mit Radialstacheln ausgestatteten Individuen vereinzelte Exemplare vorfand, welche, abgesehen von einer etwas beträchtlicheren Größe, durch das Fehlen der Radialstacheln ausgezeichnet sind (Taf. XIV, Fig. 143). Auch ein stachelloses Exemplar von *Castanidium variabile*, welches ich von einer antarktischen Station erhielt, mag in diesem Zusammenhang erwähnt werden.

Von den übrigen 6 HAECKEL'schen Aulosphäriden-Gattungen fehlen mir noch 2 weitere, nämlich *Auloplegma* mit unregelmäßig-spongiösem Maschenwerk (2 nordpacifische Arten) und *Aulophacus* mit linsenförmiger Schale (2 indische Arten).

Es bleiben demnach 4 Gattungen zur Besprechung übrig, für welche folgender Schlüssel gilt:

Maschen größtenteils regelmäßig dreieckig, seltener viereckig (Aulariinae):	Schale kugelig, ellipsoidisch, birn- oder ballonförmig, ohne pyramidenförmige Erhebungen:	1. *Aulosphaera*
	Schale spindelförmig, meist ungleich-polig, ohne pyramidenförmige Erhebungen:	2. *Aulatractus.*
	Schale mit pyramidenförmigen Erhebungen:	3. *Auloscena.*
Maschen polygonal, meist fünf- und sechseckig (Auloniinae):	Schale kugelig, mit Radialstacheln:	4. *Aulastrum.*

1. Gattung. *Aulosphaera* HAECKEL.

Gitterschale kugelig, ellipsoidisch, oval, birn- oder ballonförmig, mit meist regelmäßig dreieckigen, seltener vorwiegend viereckigen Maschen, mit Radialstacheln, aber ohne pyramidenförmige Erhebungen.

Eine scharfe Abgrenzung gegen die Haecker'sche Gattung *Aulatractus*, welche durch die elliptische oder spindelförmige Schalenform gekennzeichnet ist, ist angesichts der individuellen Schwankungen der Schalenform einzelner *Aulosphaera*-Arten nicht zu ziehen. Ich rechne die kugeligen, ovalen, birn- und ballonähnlichen Formen zu *Aulosphaera*, die ausgesprochen spindelförmigen zu *Aulatractus*.

Haeckel zählt 21 Species auf, die er nach der Verzweigungsweise der Radialstacheln in 4 Untergattungen einteilt. Natürlicher scheint mir eine Einteilung nach der Beschaffenheit des Schalengitters zu sein. Danach würden *Aulosphaera trigonopa* und *triodon* mit ihrer Neigung zur Bildung von viereckigen Schalenmaschen als eine besondere Gruppe oder Untergattung [*Aulosphaerantha* (Haeckel)] den übrigen Formen mit regelmäßig dreieckigen Maschen [*Aulosphaerissa* (Haeckel)] gegenüberzustellen sein. Die letzteren dürften insofern einen vollkommneren Typus repräsentieren, als die dreieckigen Maschen bei tangential wirkendem Druck oder Zug nicht verschoben werden können und demnach ein festeres Gefüge bilden.

1. Gruppe: Maschen vielfach viereckig [*Aulosphaerantha* (Haeckel)].

Aulosphaera trigonopa Haeckel.

Taf. XLIV, Fig. 337, 337 a.

Aulosphaera trigonopa Haeckel, 1862, S. 359, Taf. X, Fig. 4; 1887, S. 1622.

„Radialröhren der sphärischen Schale cylindrisch-konisch, gerade, glatt, von der nämlichen Länge wie die Tangentialröhren des Netzwerkes, welche ebenfalls glatt, gerade oder cylindrisch sind" (Haeckel).

Die Maschen der Gitterschale werden von Haeckel als regelmäßige Dreiecke gezeichnet. Bei dem mir vorliegenden Exemplar haben sie vorwiegend die Gestalt von Vierecken.

Durchmesser der Gitterschale nach Haeckel 1,0—2,0 mm.

Fundorte: Mittelmeer, Atlantik, Indik, Pacifik („Oberfläche", Haeckel); T.-St. 43 (Guineastrom, V., 1 unvollständiges Exemplar).

Verbreitung. Anscheinend Warmwasserform.

Au. triodon Haeckel.

Taf. XI, Fig. 105—107; Taf. XLVII, Fig. 356.

Aulosphaera diodon Haeckel, Rep., p. 1623, + *Aulosphaera triodon* Haeckel, Rep., p. 1623, Taf. CIX, Fig. 8.

Radialstacheln glatt, ungefähr so lang wie die Tangentialbalken, mit 2—3, seltener 4 Endzähnen, seltener mit vereinzelten Seitendornen.

Bei den mir vorliegenden Exemplaren finden sich sowohl zwei- als dreizinkige Radialstacheln. Je nachdem die ersteren oder die letzteren überwiegen, soll die betreffende Form als var. *diodon* oder *triodon* bezeichnet werden.

Gitterschale nahezu kugelig, großmaschig, bei beiden dem „Valdivia"-Material entstammenden Exemplaren vorwiegend aus viereckigen Maschen bestehend.

Durchmesser nach Haeckel 1,2 (*triodon*) und 2,5 (*diodon* mm); Durchmesser der mir vorliegenden Exemplare 2,5—4 mm (antarktische Form 2,5—3, tropisch-indische Form 4 mm).

Fundorte: Ch.-St. 332 (südlicher Atlantik, „Tiefe 2200 Faden", var. *diodon*), Ch.-St. 231 (nordöstlicher Pacifik, „Oberfläche", var. *triodon*); T.-St. 139 (Antarktis, V., var. *triodon-diodon*), 239 (nördlicher Indik, V., var. *diodon*).

Verbreitung. Anscheinend kosmopolitische (eurytherme) Form. Vertikalverbreitung unbekannt.

2. Gruppe. Maschen großenteils gleichseitig-dreieckig [*Aulosphaerissa* (HAECKEL)].

Au. coronata n. sp.

Taf. XI, Fig. 109; Taf. XLVII, Fig. 357.

Aulosphaera coronata V. HAECKER, 1904a, S. 637, Fig. 23.

Radialstacheln glatt, in der Regel etwas kleiner als die Tangentialbalken, mit 4, seltener 5 geknöpften Endzähnen.

Gitterschale birnförmig, kleinmaschig, regelmäßig sechsstrahlig.

Durchmesser 3—4 mm.

Fundorte: T.-St. 39, 43. 44 (Guineastrom, V.), 214, 217, 268 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. Anscheinend stenotherme Warmwasserform. Vertikalverbreitung unbekannt.

Au. filigera n. sp.

Taf. XI, Fig. 108.

Aulosphaera filigera V. HAECKER, 1904a, S. 637, Fig. 24.

Radialstacheln so lang wie die Tangentialbalken, unregelmäßig bedornt, am Ende mit 3 oder 4 geknöpften Terminalästen. An der Außenseite der Tangentialbalken erheben sich drei (seltener 2 oder 4) geschlängelte, spathillentragende Fädchen, von denen das mittlere die Mitte des Balkens einnimmt, während die beiden äußeren die Balkenlänge dreiteilen.

Gitterschale ellipsoidisch, regelmäßig sechsstrahlig.

Länge der Schale 4—4,5 mm, Breite 3,5—4 mm.

Fundort: T.-St. 55 (Guineastrom, V. 1200). Außerdem vom „Gauß" mehrfach im tropischen Atlantik angetroffen (vergl. 1904a, S. 637).

Au. bisternaria HAECKEL.

Taf. XII, Fig. 113—119; Taf. XLVII, Fig. 354, 355, 359.

Aulosphaera bisternaria HAECKEL, Rep., p. 1624, Pl. CIX, Fig. 11—12; *Aulatractus ovulum* BORGERT, Nord. Trip., S. 20, Fig. 19, 19a, 19b, + *septentrionalis* BORGERT, ebenda, S. 16, Fig. 20, 20a, 20b.

Unter der HAECKEL'schen Bezeichnung *Aulosphaera bisternaria* fasse ich alle diejenigen Formen zusammen, deren Radialstacheln durch zwei Astquirle ausgezeichnet sind und bei welchen die Aeste des proximalen Quirles länger, vielfach 2mal so lang als die des distalen sind (vergl. Taf. XII, Fig. 113).

Allerdings fügt HAECKEL der Artbeschreibung von *Au. bisternaria* als weiteres Kennzeichen hinzu, daß die 3 proximalen Aeste mit den 3 distalen so regelmäßig alternieren, daß die 6 Aeste in 6 verschiedenen Meridionalebenen liegen. Nach dem mir vorliegenden Material ist

aber weder die Zahl, noch die Anordnung der Aeste einer derartigen Beschränkung unterworfen, und ich glaube daher nicht fehlzugehen, wenn ich das Haeckel'sche Original nur als eine besondere Varietät einem größeren Formenkreise einordne, für welche ich die Haeckel'sche Artbezeichnung „*bisternaria*" trotz des enger begrenzten Wortsinnes in Vorschlag bringen möchte.

Mit dieser Großart würden auch die Borgert'schen Arten *Aulatractus ovulum* und *septentrionalis* zusammenfallen, welche wegen der meist ellipsoidischen oder eiförmigen Schale nicht der Gattung *Aulosphaera*, sondern der Gattung *Aulatractus* einverleibt wurden.

Danach würde sich folgende Artdefinition ergeben:

Radialstacheln so lang oder etwas länger als die glatten Tangentialbalken, mit vereinzelten Seitenästen oder Dornen und zwei Quirlen von je 2—6, meist 3 spathillentragenden Aesten. Die kurzen Aeste des distalen Quirles sind kronenförmig, die längeren Aeste des proximalen Quirles im ganzen schalenförmig angeordnet.

Form der Gitterschale kugelig, ellipsoidisch oder oval (*Aulatractus ovulum* Borgert), birn- oder ballonförmig, seltener der Spindelform genähert (*Au. septentrionalis* Borgert). In letzteren Fällen sind die Radialstacheln des stumpfen oder auch diejenigen beider Pole beträchtlich, bis zu 1½mal länger als die übrigen. Maschenweite der Schale sehr variabel, im ganzen aber wohl etwas geringer als bei *Au. labradoriensis*.

Größter Durchmesser der Gitterschale 2,5—5,5 mm.

Varianten. Die Art zerfällt meinem Material zufolge in verschiedene Unterrassen, unter welchen sich zwei extreme Formen besonders hervorheben, eine vorzugsweise die oberoberflächliche Schicht der wärmeren Meere bewohnende Warmwasserform, *Aulosphaera bisternaria ovulum*, und eine ausgesprochene Kaltwasserform, *Au. bisternaria septentrionalis* (*Aulatractus septentrionalis* Borgert, partim). Bei ersterer sind die Quirle verhältnismäßig weit auseinandergerückt (Distanz = 1/5—1/8 der Stachellänge), die Zahl der Aeste der beiden Quirle ist gering (2—4), und die Enden der Aeste sind nur mit undeutlichen Knöpfchen versehen; bei letzterer stehen die beiden Quirle dicht bei einander (Distanz = 1/12—1/16 der Stachellänge), die Zahl der Aeste ist größer (3—6), und ihre Enden sind mit kräftigen, vielfach geteilten Endpolstern ausgestattet.

Die Figurenreihe, Taf. XII, Fig. 113—119, läßt den allmählichen Uebergang der Warmwasserform in die Kaltwasserform erkennen.

Fig. 113 stammt von einem Schalenbruchstück aus den Oberflächenschichten des tropischen Indik (T.-St 215, qu. 200), bei welchem die Quirle sehr weit voneinander stehen und von nur je 3 geknöpften Aesten gebildet werden. Die Sarkode ist zwischen den beiden Quirlen zu einer sanduhrförmigen Stachelscheide eingezogen, so daß die Oberfläche des Weichkörpers eine bedeutende Vergrößerung erfährt.

Aehnliche Stachelformen mit weit auseinandergerückten Astquirlen fanden sich auch bei zahlreichen, mit dem Vertikalnetz in den tropischen Meeren gefischten Exemplaren, z. B bei einem ausgesprochen ballonförmigen, welches in T.-St. 217 (nördlicher Indik) erbeutet wurde und in Fig. 359 (Taf. XLVII) abgebildet ist. Auch eine nahezu kugelige Form aus dem tropischen Indik (Taf. XLVII, Fig. 355), sowie der ellipsoidische, bisweilen ebenfalls der Kugelform stark genäherte *Aulatractus ovulum* Borgert aus der Irmingersee, dem Labradorstrom und Süd-

äquatorialstrom (Borgert, 1901a, S. 20, und 1903, S. 736) dürfte hierher gehören. Ueberhaupt scheint die Schalengestalt bei dieser Form, die als *Aulosphaera bisternaria ovulum* bezeichnet werden mag, eine sehr variable zu sein. Leider liegen infolge der großen Zerbrechlichkeit und Zerreißbarkeit der Gitterschale in der Regel nur Bruchstücke vor, so daß Genaueres darüber nicht angegeben werden kann.

Die Fig. 114 giebt weiter einen Stachel der häufigsten Form wieder, welche von der „Valdivia" in verschiedenen Meeresgebieten, namentlich aber im tropischen Indik gefischt wurde. Diese Varietät entspricht im wesentlichen der vorigen, jedoch sind die Stacheln kräftiger, und die Quirle stehen etwas weniger weit auseinander, so daß also der Habitus des Stachels im ganzen der echten, in der Antarktis gefischten *Aulosphaera bisternaria* Haeckel entspricht. Von dieser Zwischenform, welche die Bezeichnung *Aulosphaera bisternaria bisternaria* führen möge, liegen mir trotz ihrer außerordentlichen Häufigkeit keine vollständigen Gehäuse vor, so daß ich über die Gestalt der Schale nichts aussagen kann.

Die Figg. 115—119 stellen sodann die Stacheln einiger antarktischer Exemplare dar, welche zur eigentlichen Kaltwasserform (Taf. XLVII, Fig. 354) zu stellen sind. Hier sieht man die Stacheln mehr und mehr zur „Doklen"- oder Kandelaberform übergehen. Beim ersten, Fig. 115, sind die Astquirle einander sehr stark genähert, die Zahl der Aeste ist vermehrt (oben 4, unten 6), und die Endpolster sind bereits vergrößert; der zweite, Fig. 116 und 119, weist doppelte Endpolster auf, und beim dritten, Fig. 117 und 118, ist eine Spaltung der oberen und eine abermalige Vermehrung der unteren Aeste zu erkennen, so daß oben 6, unten 8 Aeste vorhanden sind. Es tritt also auch hier die bei so vielen Kaltwasser-Tripyleen zu beobachtende Tendenz hervor, die Zahl der Stützpunkte für die extrakalymmale Sarkodehaut zu vermehren. Die mir vorliegenden vollständigen Exemplare zeigen meist eine ausgesprochene Eiform und tragen am stumpfen Pol bedeutend längere Stacheln als am spitzen (Taf. XLVII, Fig. 354), eine polare Differenzierung, die in dieser ausgeprägten Form nur noch bei *Aulosphaera robusta* (Taf. XI, Fig. 110 und 111) auftritt. Als Wohngebiet dieser Form sind in erster Linie die Antarktis und die angrenzenden Meeresteile bis zum 40° S. Br. zu nennen (ein typisches Exemplar stammt von T.-St. 115). Sicher ist aber hierher auch die Borgert'sche Art *Aulatractus septentrionalis* zu rechnen, und zwar mit Rücksicht auf ihre ellipsoidische oder eiförmige, seltener der Spindelform genäherte Gestalt und das Auftreten von Varianten mit gegabelten Stachelästen (Borgert, 1901a, S. 22, Fig. 20b). Da diese Form in der Irmingersee und im Labradorstrom erbeutet wurde, so stellt also unsere Kaltwasserform offenbar eine ausgesprochene bipolare Unterart der *Aulosphaera bisternaria* dar, für welche die Bezeichnung *Aulosphaera bisternaria septentrionalis* eingeführt werden möge.

In Bezug auf die Vertikalverbreitung der Kaltwasserform lassen sich dem „Valdivia"-Material keine genaueren Daten entnehmen.

Im ganzen dürfen wir die *Aulosphaera bisternaria* als eine kosmopolitische, vorzugsweise wohl in den Oberflächenschichten lebende Art betrachten, welche in den wärmeren Meeren hauptsächlich durch die Unterarten *Au. b. ovulum* und *bisternaria*, in den kälteren Gebieten durch die bipolare *Au. b. septentrionalis* vertreten ist.

Der zu *Aulosphaera bisternaria* gehörigen Formengruppe schließen sich sehr eng folgende 3, bis auf weiteres als gesonderte Species zu betrachtende Formen an:

Au. robusta n. sp.

Taf. XI, Fig. 110—111.

Aulosphaera robusta V. HAECKER, 1904a, S. 610, 639, Fig. 12.

Bei dieser nur in einigen Exemplaren vorliegenden Form ist die Anordnung der beiden Quirle die nämliche wie bei *Au. bisternaria bisternaria*, jedoch ist sie von *Au. bisternaria* verschieden durch die außerordentlichen Größenunterschiede der Stacheln an den beiden Polen der eiförmigen Schale (Fig. 110 stellt einen Stachel des stumpfen, Fig. 111 einen solchen des spitzen Poles dar), sowie durch die pfostige, ungemein dickwandige Beschaffenheit der Radialstacheln des stumpfen Poles.

Länge der Schale 3,5 mm, Breite 3 mm.

Fundort: T.-St. 86 (am Außenrand des Benguelastromes, V. 2000); außerdem vom „Gauß" in der Antarktis gefischt (vergl. 1904a, S. 639).

Au. spathillata HAECKEL.

Taf. XI, Fig. 112.

Aulosphaera spathillata HAECKEL, Rep., p. 1624, Pl. CIX, Fig. 7, 7a.

Diese Form schließt sich gleichfalls in Bezug auf die Anordnung der Astquirle an *Au. bisternaria*, und zwar an *Au. b. septentrionalis* an, ist jedoch hauptsächlich dadurch von derselben unterschieden, daß der Terminalquirl nicht aus Aesten mit Endknöpfchen, sondern aus tangential abstehenden Haken besteht und daß die sehr schlanken Radialstacheln 1½—2 mal, nach HAECKEL 2—3 mal so lang wie die Tangentialbalken sind.

Mein an einer Stelle des tropischen Indik gefischtes, unvollständiges Exemplar unterscheidet sich von dem HAECKEL'schen dadurch, daß die Radialstacheln unterhalb der Quirle nicht glatt, sondern mit Seitendornen versehen sind, welche pantoffelähnliche Endplättchen tragen. Es läßt diese Struktur darauf schließen, daß die Weichkörperoberfläche in der durch die punktierte Linie angedeuteten Weise zu Stachelscheiden ausgezogen ist. Auch auf den Tangentialbalken erheben sich, ähnlich wie bei *Au. filigera*, fadenförmige Anhänge, deren Spitzen bei meinem Exemplar sämtlich abgebrochen waren.

Als Durchmesser der kugeligen Schale giebt HAECKEL 3,2 mm an.

Fundorte: Ch.-St. 298 (südöstlicher Pacifik); T.-St. 237 (nördlicher Indik, V.).

Die letzte, dem Formenkreis der *Aulosphaera bisternaria* anzugliedernde Art ist:

Au. trispathis n. sp.

Taf. XII, Fig 121 und 122.

Aulosphaera trispathis V. HAECKER, 1904a, S. 639, Fig. 25.

Radialstacheln ungefähr so lang wie die Tangentialbalken, mit drei Quirlen von 4—6 speichenartig abstehenden, spathillentragenden Aesten, sowie mit mehreren proximalen, zum Teil zu zweien gruppierten Aesten.

Gitterschale kugelig bis ellipsoidisch, kleinmaschig, regelmäßig sechsstrahlig.

Längerer Durchmesser 3,5 mm, Breite 3 mm.

Der *Aulosphaera bisternaria* sehr nahestehend, jedoch durch die ziemlich konstante Dreizahl der spathillentragenden Quirle von ihr unterschieden und in dieser Richtung an die pacifische *Au. dendrophora* HAECKEL erinnernd. Sie unterscheidet sich von dieser durch die geringere Zahl und die speichenartige Anordnung der Aeste und durch das Vorhandensein von proximalen, zerstreut stehenden Aesten.

Fundorte: T.-St. 55 (Guineastrom, qu. 200), T.-St. 64 (Golf von Guinea, V. 2000), T.-St. 218 (Indik, V. 2500).

Verbreitung: Anscheinend Oberflächenbewohnerin und Warmwasserform.

Au. labradoriensis BORGERT.

Taf. XI, Fig. 104; Taf. XII, Fig. 120, 125—127; Taf. XLVII, Fig. 351.

Aulosphaera labradoriensis BORGERT, Nord. Trip., S. 16, Fig. 15, 15a, 15b.

Radialstacheln ungefähr so lang wie die glatten Tangentialbalken, mit zahlreichen, kurzen, nach dem distalen Ende gerichteten Seitenästen, welche im oberen Teil des Stachels 2—3, seltener 4—5 Quirle bilden, während sie im übrigen Teil des Stachels einzeln oder paarig stehen. Stacheläste spitzig, höchstens mit winzigen Endknöpfchen.

Gitterschale kugelig, großmaschig, regelmäßig sechsstrahlig; seltener (bei einer langstrahligen Varietät des Atlantischen Oceans) leicht ellipsoidisch und in diesem Fall an den Polen mit besonders langen und dichtstehenden Stacheln besetzt.

Durchmesser gewöhnlich nur 1,3—2 mm (nach BORGERT 1,4—1,6 mm), seltener bis zu 4 mm.

Fundorte: Weitverbreitete Form; Atlantik, Indik, Antarktis, nach BORGERT auch Irmingersee, Westgrönlandstrom, Labradorstrom (hier sehr zahlreich).

Vertikalverbreitung. Im tropisch-atlantischen und tropisch-indischen Ocean sind hierher gehörige Formen stets nur in tiefer gehenden Vertikalnetzzügen gefischt worden. Insbesondere dürfte die langstachelige Varietät (Fig. 127) des tropisch-atlantischen Oceans (T.-St. 43, 46, 54, 55) sehr beträchtlichen Tiefen entstammen. Aber auch die kleinen, kugeligen und sehr großmaschigen Formen (Fig. 104) sind niemals, wie ihrer geringen Größe nach zu erwarten wäre, in Planktonfängen erbeutet worden. Man wird daher bis auf weiteres anzunehmen haben, daß die vorliegende Art keine Oberflächenform, sondern eine Bewohnerin der Tuscarorenschicht (400—1000 m) ist, eine Ansicht, welche wenigstens durch einen Schließnetzfang (T.-St. 66, S. 500—300) bestätigt zu werden scheint.

Au. elegantissima HAECKEL.

Taf. XII, Fig. 123—124.

Aulosphaera elegantissima HAECKEL, Mon., 1862, S. 359, Taf. X, Fig. 5; Taf. XI, Fig. 5, 6; Rep., p. 1624; R. HERTWIG, 1879, S. 90, Taf. X, Fig. 2, 4, 5, 8, 14, 15.

Radialstacheln bis zu zweimal so lang als die glatten Tangentialbalken, im oberen Drittel mit 10—12 regelmäßigen Astquirlen, in den unteren Abschnitten mit unregelmäßig zerstreuten einfachen oder gegabelten Terminalästen. Die Quirle bestehen ziemlich regelmäßig aus 8, oder, genauer, aus 4 gleich an der Basis gegabelten, spathillentragenden Aesten (Fig. 123).

Sehr häufig war an den meist abgebrochenen Stacheln eine plasmatische Stachelscheide zu erkennen (Fig. 124).

Gitterschale nahezu kugelig, ziemlich grobmaschig, im ganzen regelmäßig sechsstrahlig. Sehr häufig sind benachbarte Tangentialbalken durch Zwischenbalken verbunden (Fig. 124).

Durchmesser 2,5—3 mm.

Die mir vorliegenden Exemplare stimmen recht gut mit der HAECKEL'schen *Aulosphaera elegantissima* überein, nur weist letztere eine geringere Zahl von Quirlen (4—8), dagegen eine größere Zahl von Quirlästen (8—12) auf.

Fundort: Messina (Oberfläche, HAECKEL). Im „Valdivia"-Material fanden sich keine mit vollkommener Sicherheit hierher gehörige Exemplare, dagegen wurden vom „Gauß" verschiedene Exemplare in der Antarktis gefischt (vergl. 1904a, S. 640)[1].

Au. verticillata HAECKEL.

Taf. XII, Fig. 128—129.

Aulosphaera verticillata HAECKEL, Rep., p. 1624.

Radialstacheln schlank, ungefähr so lang wie die glatten Tangentialbalken, mit etwa 10 (nach HAECKEL 8—12) Quirlen von 3—4 gekrümmten, einfachen Seitenästen, ohne Spathillen (Fig. 129).

Gitterschale kugelig, sehr zartmaschig, regelmäßig sechsstrahlig.

Durchmesser der „Challenger"-Exemplare 1,6 mm, der tropischen „Valdivia"-Exemplare 1 mm, der antarktischen 2 mm.

Varianten. Die in der Antarktis gefundenen Exemplare sind derber und größer als die tropischen, ihre Radialstacheln sind länger und weisen eine geringere Zahl von Astquirlen auf (Fig. 128). Sie zeigen Anklänge an gewisse Formen von *Aulosphaera labradoriensis* (Fig. 125 und 126), von denen sie aber durch die schlankere Form der Stacheln und die zahlreicheren und kleineren Stacheläste unterschieden sind.

Fundorte: Südlicher Pacifik (Oberfläche, HAECKEL); T.-St. 41 (Guineastrom, P. 200), 143 (Antarktis, S. 300—200).

2. Gattung. *Aulatractus* HAECKEL.

In der Gattung *Aulatractus* faßt HAECKEL diejenigen Formen zusammen, welche eine ellipsoidische oder spindelförmige Gitterschale mit regelmäßig dreieckigen Maschen besitzen. Auch BORGERT hat diese Einteilung vorläufig (1901a) angenommen und demgemäß zwei seiner neuen Aulosphäriden-Arten, *ovulum* und *septentrionalis*, der HAECKEL'schen Gattung *Aulatractus* eingereiht.

Schon die Bemerkung BORGERT's, daß *Aulatractus ovulum* sich bisweilen der Kugelform stark nähere, zeigt, daß eine Unterscheidung der Gattungen *Aulosphaera* und *Aulatractus* ausschließlich nach der Gestalt der Schale nicht gut durchzuführen ist. Vielmehr bilden, wie sich aus dem „Valdivia"-Material ergab, mindestens die Formen *Aulosphaera bisternaria*, *Aulatractus*

[1] S. oben S. 82, Anm. 1.

ovulum und *Aulatractus septentrionalis* eine zusammenhängende Reihe und sind daher auch als Unterarten oder Rassen einer Großart aufzufassen. Auch sonst sind bei verschiedenen Aulosphäriden Schwankungen zwischen der Kugel- und Eiform zu beobachten, in ähnlicher Weise, wie dies z. B. auch für einige Castanelliden gezeigt werden kann.

Eine selbständige Stellung nehmen allerdings diejenigen *Aulatractus*-Arten ein, welche meist eine ausgesprochene spindelförmige Schale mit zwei gewöhnlich ungleich geformten Polen besitzen. Speciell der im tropischen Atlantik und Indik außerordentlich häufige und hier in den meisten Vertikalnetzfängen erbeutete *Aulatractus fusiformis* (Taf. XLVII, Fig. 358) ist von allen *Aulosphaera*-Arten durch seine spindelförmige, ungleichpolige Gestalt und ebenso durch die charakteristische Verzweigungsweise der Radialstacheln so scharf unterschieden, daß man wohl berechtigt ist, die Gattung *Aulatractus* in einem engeren Sinne festzuhalten. Diese enger umgrenzte Gattung *Aulatractus*, welcher wahrscheinlich auch die Haeckel'schen Arten *Au. diploconus* und *fusulus* einzureihen sind, würde dann charakterisiert sein durch die in der Regel spindelförmige, ungleichpolige Schalengestalt.

Aulatractus fusiformis Haeckel.

Taf. XIII, Fig. 130—131; Taf. XLVII, Fig. 358.

Aulatractus fusiformis Haeckel, Rep., p. 1632, Pl. CXI, Fig. 6, 6a, 6b; Borgert, Nord. Trip., S. 22, Fig. 21a, 21b.

Radialstacheln mit zerstreut stehenden Seitenästen und 2 am Ende befindlichen Quirlen. Der terminale Quirl besteht aus 2—3, der zweite aus 3—5 Aesten. Seltener treten noch 1—2 weitere Quirle hinzu. Jeder Ast trägt ein zweiteiliges, deutlich gezähneltes Endpolster. Die Zweiteilung der Endpolster kann sich auf die Aeste selber erstrecken, so daß diese gegabelt erscheinen (Fig. 131).

Schale spindelförmig, in der Regel mit einem stumpfen und einem spitzigen Pole. Maschenwerk im ganzen regelmäßig sechsstrahlig, die Tangentialbalken des stumpfen Endes außerordentlich dickwandig.

Länge der Gitterschale 5,5—7,5 mm (nach Haeckel 7,5—10, nach Borgert 3,0—6,3 mm).

Fundorte: Ch.-St. 348, 349 (tropischer Atlantik, „surface and in various depths"); Irmingersee, Labradorstrom (Borgert, Nord. Trip., „häufig"); T.-St. 14 (Golfstrom, V. 1000), 39, 41, 43, 44 (Guineastrom, V. 1300—3070), 55 (Guineastrom, V. 600, besonders zahlreich), 174 (Südäquatorialstrom, V., mit 3—4 Astquirlen), 175 (indischer Südäquatorialstrom, V. 2200), 215, 218, 237, 239, 240 (tropischer Indik, V. 2000—2500).

Verbreitung. Diese Art scheint eine ausgesprochene Warmwasserform zu sein, wie ihr besonders zahlreiches Vorkommen im Guineastrom erkennen läßt. Nach den Angaben von Borgert kommt die Art in einer verhältnismäßig kleinen Varietät auch in den nördlichen Mischgebieten des Atlantischen Oceans vor (Irmingersee, Labradorstrom), dagegen ist sie niemals in den Gebieten südlich von 20° S. Br. gefunden worden. An ihre Stelle tritt in der Antarktis die in Bezug auf die Beschaffenheit der Stacheläste sehr nahestehende *Aulosphaera bisternaria septentrionalis*, durch welche sie überhaupt mit dem Formenkreis der *Aulosphaera bisternaria* aufs engste verbunden ist. Konstante Unterschiede zwischen *Aulatractus fusiformis* und *Aulosphaera bisternaria septentrionalis* sind folgende: 1) Die Radialstacheln sind bei *Au.*

fusiformis länger und schlanker, und die Endpolster der Aeste sind bedeutend größer und deutlicher gezähnelt als bei *Au. bisternaria*; 2) die Gitterschale ist bei *Au. fusiformis* ausgesprochen spindelförmig, bei *Au. bisternaria* eiförmig mit verlängerten Radialstacheln am stumpfen Pole; 3) das Balkenwerk der Gitterschale ist bei *Au. fusiformis*, zumal am stumpfen Pole, gröber und dickwandiger; 4) die Schale ist speciell bei den tropisch-atlantischen Formen nahezu doppelt so lang wie bei *Au. bisternaria*.

Ueber die Vertikalverbreitung vermag ich nichts Bestimmtes anzugeben, da ich die Art nur in Vertikalnetzzügen (V. 600—3000) vorfand. Die Notiz von HAECKEL: „surface, and in various depths" hat bisher durch keinen anderen Fund eine Bestätigung gefunden. Zieht man auf der einen Seite die naturgemäße Unsicherheit der Tiefsee-Angaben im „Challenger"-Report in Betracht, und berücksichtigt man auf der anderen Seite die außerordentliche Größe und die derbe Beschaffenheit des Skelettes, so wird man wohl mit der Annahme nicht fehlgehen, das *Au. fusiformis* eher den tieferen Horizonten der Challengeridenschicht (50—400) und der Tuscarorenschicht (400—1500) als den Oberflächenregionen angehört.

3. Gattung. *Auloscena* HAECKEL.

Aulosphäriden mit ziemlich regelmäßig-dreieckigem Maschenwerk und mit pyramidenförmigen Erhebungen, deren Spitzen von den Radialstacheln eingenommen werden.

Auch diese Gattung läßt sich, ähnlich wie *Aulatractus*, nicht vollkommen scharf gegen die Gattung *Aulosphaera* abgrenzen. Wenigstens sind bei den einzelnen Individuen von *Auloscena pelagica* (Taf. XIII, Fig. 137) die Pyramiden sehr verschieden stark entwickelt, so daß alle möglichen Abstufungen bis zu nahezu glatten, *Aulosphaera*-ähnlichen Schalen vorkommen.

Bemerkenswert ist die weitgehende Konvergenz, welche verschiedene *Auloscena*-Arten mit einigen Formen von *Sagenoscena* zeigen. Diese Konvergenz erstreckt sich nicht nur auf die Bildung von pyramidenförmigen Stachelsockeln, sondern auch auf die Beschaffenheit der Endkronen und des Schaftes (vergl. z. B. Taf. XIII, Fig. 132 mit Taf. XVIII, Fig. 163). In morphologischer Hinsicht stellen speciell die Pyramiden verschiedenartige Bildungen dar, funktionell stimmen sie als Druckverteiler überein.

Auloscena pyramidalis HAECKEL.

Taf. XIII, Fig. 133.

Auloscena pyramidalis HAECKEL, Rep., p. 1628.

R a d i a l s t a c h e l n mit sehr wenigen Seitendornen (bei der HAECKEL'schen Form glatt), ungefähr so lang wie die Pyramidenstäbe, am distalen Ende mit 3—5 (bei der HAECKEL'schen Form mit 6) divergierenden, nahezu geraden, spitzigen Terminalästen.

G i t t e r s c h a l e 2,5 mm (bei der HAECKEL'schen Form 3—4 mm).

F u n d o r t e: Ch.-St. 347—349 (tropischer Atlantik, Oberfläche).

Vom „Gauß" wurde diese Form einmal in der Antarktis gefischt (vergl. 1904a, S. 641)[1].

1) S. oben S. 82, Anm. 1.

Au. robustissima n. sp.

Taf. XIII, Fig. 134.

Auloscena robustissima V. HAECKER, 1904 a, S. 641, Fig. 13.

Radialstacheln außerordentlich stämmig und dickwandig, nahezu cylindrisch, mit 3—8 zinkenförmigen Terminalästen und unregelmäßig zerstreuten Seitendornen.

Gitterschale ziemlich regelmäßig sechsstrahlig.

Durchmesser 4 mm.

Fundort: T.-St. 174 (südlicher Indik, V.)

Au. atlantica n. sp.

Taf. XIII, Fig. 132.

Auloscena atlantica V. HAECKER, 1904 a, S. 641, Fig. 14.

Diese, der folgenden sehr nahestehende Form unterscheidet sich von derselben dadurch, daß die Radialstacheln nicht einfach cylindrisch oder besser konisch sind und eine gleichmäßig dünne Wandung aufweisen, daß vielmehr der distale Teil blasig aufgetrieben und mit stark verdickter Wandung versehen ist. Ferner fehlen die subcoronalen Seitenäste, während der proximale Teil der Radialstacheln mit einigen wenigen Dornen besetzt ist. Zahl der Terminaläste 12—15.

Fundorte: T.-St. 14 (Golfstrom, V., Reste), 90 (Benguelastrom, V., Reste).

Au. verticillus HAECKEL.

Taf. XI, Fig. 136; Taf. XLIV, Fig. 336, 338; Taf. XLV, Fig. 344; Taf. XLVII, Fig. 353.

Auloscena verticillus HAECKEL, Rep., p. 1629, Taf. CX, Fig. 10, + *Au. penicillus* HAECKEL, Rep., p. 1620, Taf. CX, Fig. 3.

Auloscena verticillus BORGERT, Nord. Trip., S. 19, Fig. 18.

Unter der Speciesbezeichnung: *Au. verticillus* wird man wohl alle diejenigen Formen zusammenfassen dürfen, deren Radialstacheln am Ende einen Kranz (Corona) von zugespitzten, mehr oder weniger gebogenen (nach außen konvexen) Terminalästen besitzen und unter demselben in der Regel eine Anzahl dicht gedrängter, dornen- oder hakenartiger Seitenäste tragen, im übrigen aber nur mit einzelnen, unregelmäßig angeordneten Seitendornen versehen sind. Auch die HAECKEL'sche Form *Auloscena penicillus* aus der Antarktis, welche sich durch die unregelmäßige (nicht quirlartige) Anordnung der sehr zahlreichen subcoronalen Seitenäste und die größere Zahl von Terminalästen von *Au. verticillus* unterscheidet, dürfte nur als Lokalform der Species *Au. verticillus* anzureihen sein. Im ganzen zeigt sich nämlich auch bei diesem Formenkreis, daß beim Uebergang von den wärmeren zu den kälteren Meeresgebieten eine Vermehrung der Verzweigungen der Radialstacheln, und zwar in diesem Fall nicht bloß der Terminaläste, sondern auch der subcoronalen Seitenäste stattfindet.

Danach würde die Artdefinition lauten:

Radialstacheln ein- bis zweimal so lang als die Pyramidenstäbe, unregelmäßig bedornt, im distalen Abschnitt meistens mit dichter gedrängten, dornen- oder hakenartigen (subcoronalen) Seitenästen in unregelmäßiger oder nahezu quirlförmiger Anordnung, am Ende mit einer Krone von 12—30 zugespitzten, mehr oder weniger gebogenen (nach außen konvexen)

Terminalästen. Letztere entspringen meistens paarweise, seltener zu dreien oder vieren vereinigt, dem Ende der Stacheln.

Gitterschale kugelig oder breit-oval. In letzterem Fall (var. γ) ist der spitzige Pol durch längere, dichter gestellte Radialstacheln ausgezeichnet. Gitter im ganzen regelmäßig sechsstrahlig, jedoch kommen zahlreiche Monstrositäten vor (vergl. Taf. XLIV und XLV).

Durchmesser der Gitterschale 1,85 (Borgert) — 3,75 mm.

Unterarten und Rassen:

α) *Au. verticillus typica* (Rep., Taf. CX, Fig. 10). Subcoronale Seitenäste senkrecht abstehend, in 2—3 unregelmäßigen Quirlen angeordnet. Zahl der Terminaläste 12—18. Durchmesser 3,2 mm.

Fundort: Ch.-St. 318 (südlicher Atlantik).

β) *Au. verticillus penicillus* (Rep., Taf. CX, Fig. 3). Subcoronale Seitenäste senkrecht abstehend, dicht gedrängt, ohne quirlförmige Anordnung. Zahl der Terminaläste 20—30 oder mehr. Durchmesser: 2—2,5 mm.

Fundorte: Ch.-St. 156, 157 (Antarktis, Oberfläche).

γ) *Au. verticillus hamata* (Taf. XIII, Fig. 136, sowie Borgert, Nord. Trip., S. 19, Fig. 18). Subcoronale Seitenäste in geringerer Zahl (6—8), vielfach hakenförmig abwärts gekrümmt, darunter zuweilen unregelmäßige, aufwärts gekrümmte Dornen. Zahl der Terminaläste 12—25. Durchmesser 1,85 (Borgert) — 3,75 mm.

Fundorte: Irmingersee, Labradorstrom (Borgert), T.-St. 149 (Antarktis, V.). Außerdem vom „Gauß" an mehreren Stationen der Antarktis gefischt (vergl. 1904a, S. 642).

δ) *Au. verticillus laevis.* Subcoronale Aeste in geringer Zahl (3—8), von verschiedener Beschaffenheit. Unterhalb derselben sind die Radialstacheln glatt. Zahl der Terminaläste 12—16, seltener 18—22. Durchmesser 2,5 mm.

Fundorte: T.-St. 55 (Guineastrom, V. 3000), T.-St. 149 (Antarktis, neben var. γ, V. 1500), T.-St. 190, 231 (tropischer Indik, V. 1100 und 2500).

ε) *Au. verticillus laevissima.* Eine dem ganzen Habitus nach hierher gehörige Form mit nur 6—8 Terminalästen, ohne subcoronale Seitenäste und mit nur wenigen Seitendornen, der *Auloscena atlantica* (Taf. XIII, Fig. 132) sehr ähnlich, jedoch von ihr durch die gleichmäßige Verjüngung und Dünnwandigkeit der Radialstacheln unterschieden. Durchmesser 3,5 mm.

Fundort: T.-St. 215 (tropischer Indik, V.). Außerdem vom „Gauß" im Guineastrom gefischt (vergl. 1904a, S. 643).

Verbreitung. *Auloscena verticillus* in der hier vorgenommenen Umgrenzung stellt eine kosmopolitische, eurytherme Form dar, welche jedoch in den kälteren Gebieten eine Anzahl von Varietäten bildet, welche durch die größere Zahl der Terminal- und Seitenäste von der Mehrzahl der in den Warmwassergebieten gefundenen Formen unterschieden sind. Speciell die sehr stark ausgebildeten Kronen mit 20—30 Terminalästen finden sich fast ausschließlich in der Antarktis, nur ein Exemplar von *Au. verticillus laevis* aus dem tropischen Indik (T.-St. 231) mit 18—22, und die nahestehende Form *Auloscena tentorium*

Haeckel aus dem nordwestlichen Pacifik (Ch.-St. 231) mit 20—30 Terminalstacheln kommen in dieser Hinsicht den antarktischen Exemplaren nahe. Auch die Zahl der subcoronalen Seitenäste ist bei den antarktischen Varietäten fast durchweg beträchtlicher als bei den Warmwasserformen.

Andererseits fand sich die Varietät *laevissima* mit ganz wenigen (6—10) Terminalästen und vollständig fehlenden Subcoronalästen ausschließlich an zwei tropischen Stationen, während die Formen mit einer mittleren Astzahl, nämlich mit 10—20 Terminalästen, in ungefähr gleicher Weise in den wärmeren und kalten Meeresgebieten verbreitet zu sein scheinen.

Speciell die *Au. verticillus hamata* scheint eine bipolare Form zu sein. Bemerkenswert ist dabei, daß diese Unterart in der Antarktis nahezu die doppelte Größe erreicht gegenüber der nordischen, im Labradorstrom und in der Irmingersee gefundenen Form.

In Bezug auf die Vertikalverbreitung geben die Fänge der „Valdivia" keinen genaueren Aufschluß.

Au. pelagica n. sp.

Taf. XIII, Fig. 137; Taf. XLVII, Fig. 352.

Auloscena pelagica V. Haecker, 1904a, S. 643, Fig. 6.

Eine der *Aulosphaera verticillata* Haeckel ähnliche Form, jedoch von derselben dadurch scharf unterschieden, daß nur etwa die Hälfte der Knotenpunkte Radialstacheln trägt und daß sich die stacheltragenden Polygone zu einem pyramidenförmigen oder, falls zwei Stacheln unmittelbar benachbart sind, miteinander zu einem dachförmigen Zelte erheben. Auch sind die Radialstacheln kürzer, und die Zahl der deutlich ausgeprägten Quirle ist geringer.

Radialstacheln unregelmäßig bedornt, in der distalen Hälfte mit 4—5, aus je drei leicht gebogenen, geknöpften Aesten bestehenden Quirlen.

Gitterschale im ganzen regelmäßig sechsstrahlig, mit pyramiden- oder dachförmigen Zelten. Durchmesser 1,2—1,4 mm.

Fundorte: Von der „Valdivia" wurde diese Form ausschließlich in den Stationen des tropischen Indik (St. 220, 221, 226, 227, 231, 237, 239, 240, 269) in Planktonfängen (qu. 200, 100, 50, 20) gefischt.

Verbreitung. Offenbar ausgesprochene Warmwasser- und Oberflächenform, welche, als eine der wenigen phaoplanktonischen Tripyleen, sogar in die oberflächlichsten Regionen zwischen 0—50 m emporsteigt.

4. Gattung. *Aulastrum* Haeckel.

Aulosphäriden mit polygonalen, meist fünf- oder sechseckigen Maschen und mit Radialstacheln.

Aulastrum monoceros Haeckel.

Taf. XIII, Fig. 138; Taf. XLVII, Fig. 360.

Auloceros monoceros Haeckel, Rep., p. 1653.

Radialstacheln 3—4mal so lang als die Tangentialbalken, sehr dicht stehend (die Mehrzahl der Knotenpunkte trägt Stacheln), großenteils glatt, mit fein bedorntem Endknopfe.

Maschenwerk der kugeligen Gitterschale regelmäßig pentagonal und hexagonal.

Durchmesser 3,5—4 mm.

Die mir vorliegende Form ist durch die Länge der Stacheln (Radialstacheln nach HAECKEL ungefähr so lang wie die Tangentialbalken oder etwas länger) und durch den Besitz eines bedornten Endknopfes von der HAECKEL'schen Form unterschieden.

Fundorte: Ch.-St. 347, 348 (tropischer Atlantik), T.-St. 43, 55 (Guineastrom, V.), T.-St. 218, 237 (tropischer Indik, V.).

Verbreitung. Offenbar Warmwasserform. Vertikalverbreitung unbekannt.

Au. spinosum BORGERT.

Taf. XIV, Fig. 130—140.

Aulastrum spinosum BORGERT, Nord. Trip., S. 24, Fig. 23.
? *Aulastrum trichoceros* HAECKEL, Rep., p. 1636.

Radialstacheln 2—3 mal so lang als die mit einzelnen feinen, geknöpften Fädchen besetzten Tangentialbalken; mit gewöhnlich 3 kurzen, vielfach nur höckerartigen Endästen und mit zahlreichen, schwach gekrümmten, geknöpften, häufig paarweise angeordneten Seitenästen. Letztere bilden am distalen Ende unterhalb der Terminaläste zwei bis drei Quirle.

Gitterschale kugelig, ziemlich regelmäßig pentagonal.

Durchmesser 1,5—1,7 mm.

Fundorte: Labradorstrom (zahlreich, BORGERT); vom „Gauß" in zahlreichen Stationen der Antarktis erbeutet (vergl. 1904a, S. 641).

Verbreitung. Ausgesprochen bipolare Form.

Wahrscheinlich gehört hierher auch die HAECKEL'sche Form *Au. trichoceros*, welche 6—8 Quirle von je 3 Seitenästen besitzt und einmal im südlichen Pacifik, Ch.-St. 289, also ebenfalls in einem kalten Stromgebiet, gefischt wurde.

Au. mirabile BORGERT.

Taf. XIV, Fig. 141—142.

Aulastrum mirabile BORGERT, Nord. Trip., S. 24, Fig 24.

Radialstacheln etwa 3 mal so lang als die glatten Tangentialbalken, in der distalen Hälfte mit etwa 10 Quirlen von meist 8 knöpfchentragenden Aesten, in der proximalen Hälfte mit unregelmäßig angeordneten, zugespitzten Dornen.

Gitterschale kugelig, mit nahezu regelmäßigen pentagonalen und hexagonalen Maschen.

Durchmesser 1,8—2,8 mm (nach BORGERT 2,1—2,3 mm).

Die Beschreibung deckt sich nahezu vollständig mit der BORGERT'schen, nur daß bei den BORGERT'schen Exemplaren kein Terminalquirl vorhanden war, während mein Material gewöhnlich einen solchen von 3—4 kurzen, rechtwinklig abstehenden Aestchen erkennen läßt. Erwähnt sei noch, daß die Aeste der Quirle gewöhnlich gepaart sind und vielfach doppelte Köpfchen tragen, ferner daß, wie an einzelnen Exemplaren deutlich zu erkennen war, die Sarkode scheidenförmig den quirltragenden Abschnitt der Stacheln einhüllt.

Fundorte: Irmingersee (BORGERT), T.-St. 44, 218, 239, 268 (tropischer Atlantik und Indik, V.). Wahrscheinlich gehören noch zahlreiche andere Funde, bei welchen die distalen, quirltragenden Abschnitte durchweg abgebrochen waren, hierher.

Verbreitung. Diese Form wurde bisher einerseits in den wärmeren Gebieten des Atlantik und Indik, andererseits in der Irmingersee gefunden, besitzt also eine ähnliche Horizontalverbreitung, wie *Aulatractus fusiformis*. Ueber ihre Vertikalverbreitung liegen keine Daten vor.

3. Familie. Cannosphaeridae.

Cannosphaerida HAECKEL, 1879, 1887.

Tripyleen mit zwei konzentrischen, durch Radialbalken verbundenen Schalen, von denen die äußere im wesentlichen das Gepräge der Aulosphäriden-, die innere das der Circoporidenschalen zeigt. Die Tangentialbalken der äußeren Schale sind mit Radialstacheln und mit gruppenweise angeordneten, nach außen gerichteten Ankerfädchen, die Radialbalken mit quirlförmig gestellten Ankerfädchen besetzt. Die Tangentialbalken und Radialstacheln sind hohl und von Achsenfäden durchzogen.

In Bezug auf den Bau des Cannosphäriden-Skelettes kann ich bis auf einen Punkt auf die Beschreibung HAECKEL's verweisen. Dieser eine Punkt betrifft die Beschaffenheit der die beiden Schalen verbindenden Radialbalken und die Art, wie dieselben mit der inneren Schale im Zusammenhang stehen. Nach HAECKEL stellen nämlich die Radialbalken dünne und gerade cylindrische Kapillaren dar, deren basales Ende mehr oder weniger ausgeweitet, oft trichterförmig (funnel-shaped) ist, so daß die Oberfläche der inneren Schale „mammillated" erscheint. Der Hohlraum der inneren Schale scheine unmittelbar in die Hohlräume der Radialbalken überzugehen.

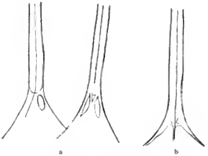


Fig. 16. Basen der Radialbalken von *Cannosphaera*.

Zu diesen Ausführungen ist vor allem zu bemerken, daß man speciell bei *Cannosphaera antarctica* bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen auch in den Radialbalken einen Achsenfaden findet (Textfig. 16), und ferner, daß die Radialbalken, mindestens in der Mehrzahl der Fälle, nicht hohl, d. h. im Inneren unverkieselt sind, sondern zwischen Außenhülle und Achsenfaden eine körnige Füllmasse enthalten, die mit den sekundären Kieselschichten anderer Tripyleenskelette zu vergleichen ist. Daß die Radialbalken keinen Hohlraum enthalten, ist übrigens schon daraus zu entnehmen, daß man in den Radialbalken, im Gegensatz zu den äußeren Radialstacheln, den Tangentialbalken der äußeren Gitterschale und den Ankerfädchen, niemals Luftblasen findet.

Bezüglich des Zusammenhanges zwischen Radialbalken und innerer Schale ist zu erwähnen, daß die Radialbalken in ähnlicher Weise, wie die Radialstacheln der Circoporiden und Tuscaro-

riden, pyramidenförmigen, von fensterartigen Oeffnungen durchbrochenen Erhebungen der inneren Schale aufsitzen (Textfig. 16). Eine eigentliche Nahtlinie oder Scheidewand, wie sie bei den Circoporiden und Tuscaroriden zwischen Radialstachel und Basalpyramide meist deutlich zu erkennen ist, und wie sie nach R. Hertwig auch bei den Radialbalken der Cannosphäridengattung *Coelacantha* vorzukommen scheint, ist allerdings bei *Cannosphaera* nur in seltenen Fällen nachzuweisen (Textfig. 16a links), vielmehr geht die vorhin erwähnte körnige Füllmasse der Radialbalken fast immer unmittelbar in die feinporöse Substanz der Schalenwandung über, so daß die genetische Selbständigkeit der Radialbalken verwischt ist (Textfig. 16a rechts). Die Zahl der fensterartigen Poren ist geringer als bei den Circoporiden und den meisten Tuscaroriden. In der Regel habe ich nur eine oder zwei Basalporen gefunden (Textfig. 16a links), sehr selten kompliziertere Durchbrechungen (Textfig. 16a rechts), ähnlich denen, die man bei manchen Tuscaroren findet. Im optischen Längsschnitt sieht man häufig, daß sich der Achsenfaden in einen stäbchenförmigen Anhang fortsetzt, welcher von der Basis der Radialbalken gegen das Lumen der inneren Schale vorspringt und mit den centripetalen Balken des Aulosphäridenskelettes verglichen werden kann (Textfig. 16b).

Die Ankerfädchen der Radialbalken von *Cannosphaera* sind meist in kreuzförmigen Quirlen zu vieren angeordnet (Taf. XV, Fig. 44) und der Oberfläche der Radialbalken mit ihrem leicht aufgetriebenen basalen Ende eingepflanzt. Dieses letztere und ebenso die meist in der Dreizahl vorhandenen Ankerhäkchen zeigen im Kanadabalsampräparat häufig eine Luftfüllung. Von entwickelungsgeschichtlichem Interesse ist der Umstand, daß nach R. Hertwig bei *Coelacantha anchorata* die Radialbalken auf der Höhe jedes Quirles von einem Septum unterbrochen sind. Es scheint diese Beobachtung darauf hinzuweisen, daß die genetische Selbständigkeit, welche nach dem früher Mitgeteilten (S. 105, unten) für die einzelnen Tangentialbalken der Aulosphäriden und damit wohl auch der Cannosphäriden anzunehmen ist, ursprünglich auch für die einzelnen Abschnitte der Radialbalken von *Cannosphaera* besteht.

Hinsichtlich des Skelettbaues sei noch als eine neue Beobachtung hinzugefügt, daß neben den gewöhnlichen, mit Radialstacheln ausgestatteten Exemplaren von *Cannosphaera antarctica* vereinzelte Exemplare auftreten, welche, abgesehen von einer etwas beträchtlicheren Größe, durch das Fehlen der Radialstacheln ausgezeichnet sind (Taf. XIV, Fig. 143). Die genaue Prüfung der Knotenpunkte der Gitterschale macht es unzweifelhaft, daß die Stacheln nicht etwa beim Fange ausgefallen sind, sondern daß die Skelette wirklich keine solchen besaßen. Man könnte zunächst daran denken, daß diese stachellosen Exemplare besondere Entwickelungsstadien darstellen. Da ich jedoch bei einem Exemplar in einem Knotenpunkte einen offenbar rudimentären Stachel antraf (Fig. 145, rechts unten), so halte ich es für wahrscheinlicher, daß es sich um stachellose Individualvarianten handelt, wie solche z. B. auch bei den Castanelliden vorkommen. Möglicherweise stellen auch einige der von Haeckel beschriebenen stachellosen Aulosphäriden solche Individualvarianten dar.

Ueber die Funktion der einzelnen Skeletteile geben diejenigen Exemplare Aufschluß, welche den Weichkörper in gutem Erhaltungszustand zeigen. Es handelt sich hier freilich um sehr seltene Vorkommnisse, denn bei den meisten Individuen sind nur die in der inneren Schale eingeschlossenen Teile des Weichkörpers, Phäodium und Centralkapsel, erhalten, während das Kalymma ausgeflossen ist. Der ganze zwischen den beiden Schalen enthaltene Raum ist dann

gewöhnlich angefüllt von großen Mengen von Diatomeen, insbesondere den mächtigen Cylindern von *Corethron*, welche aber zweifellos nur zufällig nach dem Ausfließen des Kalymmas hineingeraten sind. Denn die Untersuchung des Phäodiums zeigt, daß die Nahrung der *Cannosphaera* nicht aus diesen großen Charakterformen des antarktischen Planktons, sondern, wie bei den meisten Tripyleen, hauptsächlich aus kleineren, zum Teil stark verkieselten Formen, *Fragilaria* u. a., besteht.

In den seltenen Fällen nun, in welchen der Weichkörper gut erhalten ist, kann festgestellt werden, daß auch bei *Cannosphaera* das ganze Skelett in den Weichkörper eingeschlossen und das letzterer von einer verhältnismäßig derben Sarkodehaut umschlossen ist, welche sich in Form eines Baldachins über die Spitzen der Radialstacheln ausspannt (Taf. XV, Fig. 144). Die Radialstacheln dienen also auch hier als „äußere Druckfänger" und zeigen dementsprechend hinsichtlich der Anordnung der Terminaläste eine weitgehende Konvergenz mit den Radialstacheln der Aulosphäriden. Schon die wenigen bisher bekannten Formen der Cannosphäriden weisen alle auch bei den Aulosphäriden und anderen Tripyleen vorkommenden Hauptverzweigungstypen auf, die „Aehrenform" (*Coelacantha anchorata*, R. Hertwig, 1879, Taf. IX, Fig. 2), die zwei- und dreizinkige Gabel (*Cannosphaera geometrica*, Borgert, 1901a, Fig. 25) und die „Doldenform" (*Cannosphaera pacifica*, Haeckel, Rep., Taf. CXII, Fig. 4).

Die übrigen Teile des Cannosphäridenskelettes bilden, abgesehen von den Ankerfädchen, ein Fachwerk, welches allerdings in erster Linie die Bedeutung hat, den Weichkörper zusammenzuhalten und zu schützen, dessen specifische Strukturverhältnisse aber dem Zwecke dienen, einen von außen kommenden, durch die äußeren Druckfänger aufgenommenen Stoß in wirksamer Weise zu verteilen und abzuschwächen. Speciell die äußere Gitterschale mit ihren zu pentagonalen und hexagonalen Maschen zusammengefügten, gelenkig verbundenen Tangentialbalken bildet die äußere Gürtung, die Radialbalken stellen die Füllungsglieder und die eircoporoide Innenschale die innere Gürtung dar. Wir finden also die nämlichen Anordnungsverhältnisse vor, die z. B. das mechanische oder Stützgewebe in den oberirdischen Organen der Pflanzen, in den Halmen, Blütenstengeln u. s. w. aufweist. Noch größer ist die Aehnlichkeit der Cannosphäridenschale mit den Skelettstrukturen der Kieselschwämme (1904a, S. 626 ff.).

Was schließlich die Ankerchen anbelangt, die man auf den ersten Blick als Fangapparate anzusehen geneigt ist, so wird man zunächst zu unterscheiden haben zwischen den äußeren, den Außenflächen der Tangentialbalken gruppenweise aufsitzenden und den inneren, die Radialbalken umstellenden Ankerfädchen. Einige meiner Bilder zeigen nun, daß die extrakalymmale Sarkodehaut, wenigstens bei vermindertem Weichkörpervolumen, zwischen den einzelnen Radialstacheln tiefe Einbuchtungen bildet und so das Niveau der äußeren Anker erreicht, von welchen sie in ähnlicher Weise gestützt wird, wie die Haut anderer Formen von den Spathillen und bedornten Endpolstern der Radialstacheläste (Taf. XV, Fig. 144). Danach dienen also auch die äußeren Ankerfädchen in jedem Falle als stützende Elemente, dagegen können sie eine direkte Rolle als Fangapparate schon deshalb nicht spielen, weil sie zweifellos, wie alle anderen Skeletteile, vollständig im Weichkörper eingeschlossen sind.

Die inneren Anker endlich haben nach meiner Ansicht keine andere Bedeutung als diejenige von „intermediären Stützelementen" oder „inneren Druckfängern". Sie sind in dieser Hinsicht durchaus mit den intermediären Stützelementen der Kieselschwämme, z. B. den Mikro-

Oxyhexaktinen der Hyalonematiden, in Parallele zu setzen, nur daß sie mit den übrigen Skeletteilen, speciell mit den „Füllungsgliedern" in fester Verbindung stehen, was ja bei den intermediären Stützelementen der Schwämme nicht der Fall ist. Dieser Unterschied ist zweifellos in der verschiedenen Beschaffenheit des Weichkörpers begründet: bei den Schwämmen ist letzterer ein konsistentes zelliges Gewebe mit eigenem, innerem Zusammenhang, weshalb eine feste Verbindung der Skeletteile untereinander nicht notwendig ist, bei den Cannosphäriden wird dagegen der Weichkörper durch einen Komplex von Gallerte und zarten Plasmasträngen gebildet, welche ohne ein in sich zusammenhängendes Skelett keine genügende Kohäsion besitzen würden.

Ueber den Weichkörper der Cannosphäriden ist noch folgendes hinzuzufügen: Einen sehr guten Begriff von der Art, wie die extrakapsulären Sarkodefäden die Gallerte durchsetzen und ein zartes spinnwebartiges Netzwerk bilden, giebt die Abbildung, welche R. HERTWIG von *Coelacantha anchorata* gegeben hat (1879, Taf. IX, Fig. 2). Auch die eigentlichen Pseudopodien, d. h. die frei ins Wasser ragenden Teile sind daselbst wiedergegeben.

Die von der Innenschale umschlossene Centralkapsel ist von verhältnismäßig zarter Beschaffenheit. Dieser Eigentümlichkeit, sowie dem Umstand, daß mir von *Cannosphaera* fast nur Alkoholmaterial zur Verfügung stand, ist es zuzuschreiben, daß es mir nicht gelang, mit Hilfe von Schnitten etwas Genaueres über die Kapsel- und Kernstrukturen zu ermitteln. Alle meine Schnittserien sind unvollständig und insbesondere gelang es mir nicht, die auch von HAECKEL und R. HERTWIG bei ihren Objekten vermißten Parapylen aufzufinden.

Verhältnismäßig häufig fand ich in meinem Material Centralkapseln mit zwei Kernen, wie auch die von R. HERTWIG abgebildete *Coelacantha* zweikernig ist. Soweit die Konservierung des Materials eine Beurteilung der natürlichen Kernstruktur erlaubt, schließen sich die Kerne von *Cannosphaera* hinsichtlich ihres dichtscholligen Baues an diejenigen der Aulosphäriden an.

In Bezug auf die Horizontalverbreitung der Cannosphäriden ist hervorzuheben, daß sich *Cannosphaera antarctica* schon durch die früheren Untersuchungen von HAECKEL, VANHÖFFEN und JÖRGENSEN als eine bipolare Kaltwasserform herausgestellt hat. Die bisher nur von der norwegischen Westküste her bekannte *Cannosphaera lepta* JÖRGENSEN wurde von der „Valdivia" im Indischen Ocean (T.-St. 190) erbeutet. Alle anderen Formen sind nur von isolierten Fundstellen bekannt.

Soweit genauere Daten hinsichtlich der Vertikalverbreitung vorliegen, stimmen dieselben alle darin überein, daß die Cannosphäriden die höheren Schichten, also mindestens diejenigen des Knephoplanktons (50—400 m) bewohnen. Speciell *Cannosphaera antarctica* geht in der Antarktis noch über den 50 m-Horizont, also in die Schicht des Phaoplanktons, herauf. Für *C. geometrica* und *lepta* giebt JÖRGENSEN (1905, S. 141) ebenfalls die Schichten des Knephoplanktons als Wohnort an, doch weist ihr äußerst zierlicher Bau und ihre zerbrechliche Beschaffenheit darauf hin, daß sie mindestens die höheren Lagen dieser Region bewohnen, und ebenso wurde *Coelocantha anchorata* bei Messina an der Oberfläche erbeutet (HAECKEL, Rep., p. 1641).

Systematik. Im ganzen sind bisher nur 7 Arten bekannt. Speciell die 5 von HAECKEL beschriebenen werden in 2 Gattungen untergebracht, von welchen die eine, *Cannosphaera* HAECKEL, eine solide, nicht von Poren durchsetzte, die andere, *Coelacantha* R. HERTWIG, eine von zahlreichen Porenöffnungen durchbrochene Innenschale besitzt. Ganz streng ist dieser Unterschied

nicht durchzuführen, da, wie wir gesehen haben, speciell bei *Cannosphaera antarctica* die Basalpyramiden der Radialbalken eine allerdings geringe Anzahl von Fensteröffnungen besitzen. Dementsprechend ist eine kleine Abänderung der Gattungsdiagnose vorzunehmen, und es sind alle diejenigen Formen in der Gattung *Cannosphaera* einzubegreifen, bei welchen die Innenschale entweder keine oder höchstens an den Basalpyramiden der Radialbalken Poren besitzt.

In der „Valdivia"-Ausbeute befanden sich nur 2 Formen, welche beide der Gattung *Cannosphaera* angehören.

Gattung *Cannosphaera* HAECKEL.

Innenschale ohne Poren, höchstens an den Basalpyramiden der Radialbalken mit einigen wenigen fensterartigen Oeffnungen versehen.

Cannosphaera antarctica HAECKEL.

Taf. XIV, Fig. 143; Taf. XV, Fig. 144; Taf. XLVII, Fig. 350.

Cannosphaera antarctica HAECKEL, Rep., p. 1640, Taf. CXII, Fig. 1—3; VANHÖFFEN, 1897; ?JÖRGENSEN, 1900; BORGERT, Nord. Trip., S. 26, Fig. 26, 26a.

Aeußere Gitterschale kugelig, mit unregelmäßigen, meist fünfeckigen Maschen. Radialstacheln mit 3 oder 4, seltener 5 kurzen gebogenen Endästen.

Tangentialbalken an ihrer Außenfläche mit Gruppen von dreizähnigen Ankerfädchen.

Radialbalken in ihren äußeren Abschnitten mit Quirlen von meist 4 ebensolchen Ankerfädchen besetzt.

Innere Schale in trichterförmige Basalpyramiden ausgezogen („mammillate", HAECKEL), welche zum Teil von einer oder einigen wenigen Poren durchsetzt sind.

Durchmesser der äußeren Schale 1,2—2 mm.

Varianten. In der Antarktis fanden sich neben den gewöhnlichen, nur 1,2—1,3 mm messenden stacheltragenden Exemplaren (Taf. XV, Fig. 144) an einzelnen Fundorten größere, einen Durchmesser von 2—2,2 mm erreichende Exemplare, welche keine Randstacheln besitzen (Taf. XIV, Fig. 143). Die Tangentialbalken derselben stoßen in den Knotenpunkten vollkommen lückenlos aneinander, so daß die Möglichkeit ausgeschlossen erscheint, daß etwa die Radialstacheln zufällig oder im normalen Entwickelungsverlauf ausgefallen wären. Bei einem Exemplar war an einem Knotenpunkte ein rudimentärer, stumpf endender Radialstachel vorhanden (Fig. 143, rechts unten). Allem nach handelt es sich um eine individuelle Abweichung, welche vorläufig als *C. antarctica inermis* bezeichnet werden möge.

Fundorte: Ch.-St. 154—157 (Antarktis, 1300—1975 Faden); ?norwegische Westküste (JÖRGENSEN); Irmingersee und Labradorstrom (BORGERT); Westküste Grönlands (Karajakfjord, VANHÖFFEN); T.-St. 135, 136, 143, 149 (Antarktis, V. und Schl.-N. 300—200 m). Auch vom „Gauß" in großen Mengen in den oberen Wasserschichten der Antarktis, bis oberhalb des 50 m-Horizontes erbeutet (vergl. 1904a, S. 643).

Verbreitung. Anscheinend bipolare Kaltwasserform und Bewohnerin der knephoplanktonischen, zum Teil auch noch der phaoplanktonischen Region.

Cannosphaera lepta Jörgensen.

Taf. XLVIII, Fig. 369a und b.

Cannosphaera lepta Jörgensen, 1900; Borgert, 1901a; Jörgensen, 1905, S. 141, Taf. XVIII, Fig. 110.

Ein mir vorliegendes unvollständiges Exemplar mit wohlerhaltener innerer Schale, Centralkapsel und Kern, welches in einer *Sagoscena*-Schale eingeschlossen und daher vor der die kleinen Cannosphäriden in der Regel treffenden vollständigen Zertrümmerung bewahrt geblieben war, zeigt folgende Verhältnisse:

Aeußere Gitterschale wahrscheinlich kugelig.

Radialstacheln schlank, glatt, nach außen allmählich verjüngt, mit 3 ziemlich stark divergierenden Terminalästen.

Tangentialbalken mit je zwei Gruppen von 2 oder 3 stachelartigen, verschieden langen Anhängen besetzt, welche höchst wahrscheinlich die Basalstücke abgebrochenen Ankerfädchen darstellen.

Radialbalken in ihrem äußeren Abschnitt mit 3 Quirlen von (3 oder 4) langen, außerordentlich feinen, dreizähnigen Ankerfädchen besetzt.

Innere Schale sehr dünnwandig, durchsichtig, leicht polyedrisch, ohne mammillenartige Basalpyramiden (die Radialbalken sind der inneren Schale mit etwas verbreitertem Fuße aufgesetzt).

Zahl der erhaltenen Radialstacheln 12. Zahl der an der inneren Schale gezählten Radialbalken 19—20. Also wahrscheinlich im ganzen je 20 Radialstacheln und Radialbalken.

Durchmesser höchstens 1 mm. (Die Fig. 369a auf Taf. XLVIII ist bei gleicher Vergrößerung wie z. B. Fig. 143 auf Taf. XIV dargestellt, die Fig. 369b bei gleicher Vergrößerung wie Fig. 340—344 auf Taf. XLV und Fig. 347—349 auf Taf. XLVI.)

Diese im indischen Gegenstrom gefischte Form stimmt im allgemeinen gut mit der von Jörgensen an der norwegischen Westküste gefischten *Cannosphaera lepta* überein, nur scheinen die Endäste der Radialstacheln bei der norwegischen Form eine aufrechtere Stellung zu haben. Die norwegische Form wurde „generally only in deep water, yet up to 50 m“ gefischt.

Nahe verwandt sind *Cannosphaera atlantica* Haeckel (Rep., p. 1640, Taf. CXII, Fig. 5, 6) und *C. geometrica* Borgert (1892; 1901a, S. 25, Fig. 25).

Erstere scheint derber als die *C. lepta* zu sein, insbesondere zeigen auch die mit 3—5 kräftigen Terminalästen versehenen Radialstacheln eine derbere, stämmigere Beschaffenheit. Die Tangentialbalken sind nach der Beschreibung Haeckel's mit zahlreichen, zerstreut stehenden Gabeln von paarigen divergierenden Dornen versehen, und ebenso sind die Radialbalken mit einzelnen Dornen ausgestattet. Möglicherweise handelt es sich in beiden Fällen um abgebrochene Ankerfädchen. *C. atlantica* wurde im tropischen Atlantik (Ch.-St. 347—349) gefischt.

Die zweite der mit *C. lepta* nahe verwandten Formen, *C. geometrica* Borgert, ist ausgezeichnet durch die würfelförmige Gestalt. Ueber die Bewaffnung der Tangentialbalken und Radialbalken liegen keine genaueren Angaben vor. Im ganzen soll nach Jörgensen (1905, S. 140) diese Form kleiner, aber stärker gebaut als *C. lepta* sein.

Fundorte: Irmingersee (Borgert); norwegische Westküste (Jörgensen).

4. Familie. Sagosphaeridae.

Sagosphaerida Haeckel, 1887.

Tripyleen mit großer, sphärischer, ballon- oder spindelförmiger einfacher oder doppelter Gitterschale, deren in der Regel dreieckige Maschen aus dünnen, soliden, in den Knotenpunkten miteinander verschmolzenen Balken bestehen.

Historisches über der Erforschung der Sagosphäriden findet sich bei Haeckel, 1887, S. 1602.

Die Sagosphäriden zeigen die nämlichen Schwankungen nach Größe und Gestalt wie die Aulosphäriden. Die kleinsten Formen sind einige kugelige, teilweise phaoplanktonische *Sagoscena*-Arten mit einem Durchmesser von nur 1,2—1,5 mm, als die größten sind einige Formen von *Sagenoarium*, insbesondere die spindel- und herzförmigen Exemplare von *Sagenoarium Chuni* mit einem größten Durchmesser von 6—7 mm zu bezeichnen. Eine Vorstellung von der thatsächlichen Größe der mittleren, einen Durchmesser von 4—5 mm erreichenden Formen giebt ein Vergleich der Abbildung von *Sagenoscena irmingeriana* (Taf. XVI, Fig. 152) mit einem bei gleicher Vergrößerung gezeichneten, zur Gattung *Oithona* gehörigen Copepoden (Taf. XVI, Fig. 153).

Auf die großen Uebereinstimmungen, welche die Sagosphäriden hinsichtlich der Form der Gitterschale mit den Aulosphäriden zeigen, wurde bereits früher hingewiesen.

Der Hauptbestandteil des Skelettes wird, wie bei den Aulosphäriden, in der Mehrzahl der Fälle durch eine Gitterschale gebildet. Während aber bei den Aulosphäriden die Maschen der letzteren aus hohlen, verhältnismäßig starren, genetisch und morphologisch selbständigen, durch Gelenke miteinander verbundenen Elementen bestehen, werden sie bei den Sagosphäriden durch massive, sehr biegsame, in den Knotenpunkten miteinander verschmolzene Balken gebildet. Und während bei den ersteren sehr verschiedene Fachwerksysteme — das dreieckige, viereckige, polygonalwabige und unregelmäßig-spongiöse — Verwendung finden, setzt sich die Gitterschale bei den Sagosphäriden in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle aus gleichseitig dreieckigen Maschen zusammen. Allerdings führt Haeckel in seiner Subfamilie der Sagmarida 3 Gattungen auf, bei denen die Wandung der Gitterschale spongiös ist und aus einem unregelmäßig komplizierten Flechtwerk (wicker-work) besteht. Aber eine der hierzu gerechneten Formen, *Sagmarium trigonizon*, zeigt wenigstens auf der Haeckel'schen Figur (1861, Taf. XXVI, Fig. 4) ein ziemlich regelmäßig-dreieckiges Netzwerk, und bei anderen, zur Gattung *Sagmidium* gestellten Formen (z. B. *S. crucicorne*, 1887, Taf. CVIII, Fig. 9) liegt der Verdacht nahe, sie möchten zu einer der weit verbreiteten *Sagenoarium*-Arten mit ihrer doppelten, aus dreieckigen Maschen bestehenden Gitterschale gehören. Es würden also nur verhältnismäßig wenig Formen übrig bleiben, bei welchen die Gitterschale wirklich ein unregelmäßig-spongiöses Maschenwerk aufweist.

Trotz der gleichseitig-dreieckigen (an und für sich eine tangentiale Verschiebung der Knotenpunkte ausschließenden) Maschenstruktur und trotz des Umstandes, daß die Stäbe in den Knotenpunkten miteinander innig verschmolzen sind, stellt nun aber das Sagosphäridenskelett keineswegs ein vollkommen starres System vor. Vielmehr wird durch die Biegsamkeit der Stäbe dasjenige Maß von Elasticität hergestellt, welches im Interesse der Abschwächung und Ausgleichung von Stoß- und Druckwirkungen nötig ist. Im ganzen läßt sich jedenfalls sagen, daß die Gitterschale der Sagosphäriden ein System darstellt, in welchem Leichtigkeit (Material-

ersparnis), Festigkeit gegenüber tangentialen (scherenden) Wirkungen und Elastizität in vollkommenster Weise miteinander vereinigt sind.

Von weiteren Differenzierungen des Sagosphäridenskelettes sind zunächst die Radialstacheln und die zeltartigen Sockel derselben zu erwähnen. Bei einer der Haeckel'schen Gattungen, *Sagena*, von welcher 4 Arten aufgezählt werden, fehlen die Radialstacheln vollständig. Mir selbst sind solche Formen nicht zu Gesicht gekommen, und ebenso scheinen dieselben im Material der Plankton-Expedition zu fehlen. Das Gleiche gilt für die Gattung *Sagosphaera*, bei welcher sich die Radialstacheln nicht auf zeltförmigen Sockeln, sondern direkt in den Knotenpunkten der Gitterschale erheben. Auch bezüglich dieser Gattung, von welcher im Report 5 Arten aufgezählt sind, stehen mir keine eigenen Erfahrungen zu Gebot, vielmehr sind bei allen mir vorliegenden Sagosphäriden die Radialstacheln auf der Spitze pyramiden- oder zeltförmiger Aufsätze angebracht. Diese zeltförmigen Bildungen, welche zuerst von R. Hertwig (1879, S. 91, Taf. IX, Fig. 4) bei seiner *Aulosphaera gracilis* (im Haeckel'schen System: *Sagoscena gracilis*) aufgefunden worden sind, sind nun keineswegs, wie Haeckel angiebt, von der gleichen charakteristischen Gestalt wie diejenigen von *Auloscena*, vielmehr haben wir es, wie ich schon früher (1904a, S. 605) hervorgehoben habe, nur mit Konvergenzbildungen zu thun. Während nämlich die Pyramiden von *Auloscena* einfache Erhebungen einzelner Polygone des Gitterwerks darstellen, handelt es sich bei den Sagosphäriden um zeltartige, der Gitterschale aufgesetzte Sonderbildungen. In funktioneller Hinsicht sind allerdings beide Bildungen ziemlich gleichwertig, insofern beide die Aufgabe haben, einen von den Radialstacheln aufgenommenen Druck möglichst gleichmäßig in der Schale zu verteilen.

Innerhalb der Familie der Sagosphäriden tritt nun ein schon von Haeckel systematisch verwerteter Unterschied insofern hervor, als bei den einen Formen (*Sagoscena*, *Sagenoarium*) die Zelte keinen inneren Achsenstab besitzen (Taf. XV, Fig. 151), während bei anderen (*Sagenoscena*) ein Achsenstab vorhanden ist, der sich gewöhnlich durch seine Stämmigkeit gegenüber den äußeren Zeltstäben auszeichnet und dessen Verlängerung durch den Radialstachel gebildet wird (Taf. XVI, Fig. 154 und 155). Eine scharfe Abgrenzung ist allerdings in dieser Richtung nicht durchzuführen. Vielmehr finden sich z. B. bei *Sagenoscena irmingeriana* nicht selten Pyramiden, welche keinen Achsenstab besitzen, bei welchen aber 2 oder 3 der äußeren Stäbe verdickt sind und sich in kronentragende Radialstacheln fortsetzen (Taf. XVI, Fig. 157). Auch bei den Formen, welche keinen inneren Achsenstab besitzen, läßt sich übrigens nachweisen, daß die Radialstacheln (Apikalstacheln), mögen sie in der Ein- oder Mehrzahl vorhanden sein, in der Regel direkte Fortsetzungen von Zeltstäben bilden.

Was die Ausstattung der Radialstacheln mit Seiten- und Endästen anbelangt, so treten auch bei den Sagosphäriden die nämlichen Gegensätze hervor, wie bei den Aulosphäriden und Aulacanthiden. Das eine Extrem bilden die Radialstacheln von *Sagenoscena irmingeriana* und anderen Arten mit doldenförmig angeordneten, mächtig entwickelten Terminalästen und schwächer ausgebildeten Seitendornen (Taf. XVII, Fig. 159 u. a.). Diese an gewisse composite Blütenköpfchen erinnernden Radialstacheln haben in erster Linie die Aufgabe, die extrakalymmale Sarkodehaut ausgespannt zu halten (Taf. XVI, Fig. 152) und Stoßwirkungen, welche dieselbe treffen, aufzufangen. Es ist klar, daß, je reicher die Stachelkronen ausgebildet und je zahlreicher und gleichmäßiger verteilt die durch sie geschaffenen Stützpunkte sind, um so eher schon eine

verhältnismäßig dünne Sarkodehaut einen ausreichenden Schutz gegen Verletzungen des Weichkörpers zu gewähren vermag. Am anderen Ende der Reihe stehen die ährenförmigen Radialstacheln von *Sagoscena elegans* (Taf. XV, Fig. 151) mit mehreren übereinander gelegenen Quirlen von kleinen Aestchen, also Bildungen, welche, wie die Befunde bei ähnlich gebauten Aulosphäriden vermuten lassen, wenigstens bei kontrahiertem Weichkörper, nur von einer scheidenförmigen Sarkodehülle umgeben sind und demgemäß der Oberflächenvergrößerung und der Erhöhung des Schwebevermögens dienen. Eine Mittelstellung nimmt unter anderen *Sagenoarium dicranon* (Taf. XIX, Fig. 167) ein, bei welchem die Weichkörperoberfläche durch die gabelförmig angeordneten Apikalstacheln nur in mäßiger Weise ausgebuchtet wird.

Während die Stachelkronen der Sagenoscenen und die Astquirle des ährenförmigen Typus mit den Spitzen ihrer Aeste direkt in der äußeren Sarkodehaut haften, giebt es bei verschiedenen Formen ast- und dornartige Bildungen, welche vollkommen im Innern des Weichkörpers eingeschlossen sind und wohl keine weitere Bedeutung haben dürften als die, die Adhäsion zwischen den Weichkörpersubstanzen und dem Skelett zu verstärken. Dahin gehören die untersten Aeste der Stachelkronen von *Sagenoscena*, die von Haeckel für einige Formen beschriebene Bedornung der Tangentialbalken, die eigentümlichen Zähnchen an den gleich zu erwähnenden Versteifungsbalken von *Sagenoscena irmingeriana* (Taf. XVI, Fig. 157) u. a. Es sei hier auch auf die Fig. 349 (Taf. XLVI) hingewiesen, welche einen Teil einer *Sagoscena praetorium* zeigt und erkennen läßt, daß wenigstens bei diesem Kontraktionszustand des Weichkörpers nicht alle Astenden mit der Weichkörperoberfläche in Berührung treten.

Bei mehreren Formen können die Spitzen benachbarter Pyramiden miteinander durch tangentiale Balken verbunden sein (Taf. XV, Fig. 151; Taf. XVII, Fig. 159 und 160). Daß es sich hier um Organisationen von ganz bestimmter Bedeutung, nämlich um Versteifungseinrichtungen handelt, darauf weisen die ballonförmigen Exemplare von *Sagenoscena irmingeriana* (Taf. XVI, Fig. 152) hin. Wie ich an anderer Stelle (1905, S. 351) hervorgehoben habe, ist bei dieser Form ein charakteristischer Unterschied zwischen den seitlichen und polaren Partien des Skelettes zu erkennen: während in den Seitenteilen der Schale die benachbarten Radialstacheln vollkommen freistehen und eine regelmäßige Anordnung zeigen, sind dieselben am stumpfen Pole großenteils paarweise, manchmal auch zu dreien miteinander verkoppelt, und zwar durch tangentiale Balken, welche die Spitzen der Pyramiden miteinander verbinden (Taf. XVII, Fig. 159; Taf. XVIII, Fig. 161). Gleichzeitig ist am stumpfen Pole eine Vermehrung der Stachelkronen eingetreten, insofern an zahlreichen Pyramiden außer dem axialen Stab auch noch ein oder zwei andere Pyramidenstäbe sich über die Spitzen hinaus verlängern und vollständige oder rudimentäre Kronen tragen (Taf. XVI, Fig. 156 und 157). Noch ausgeprägter treten die Differenzierungen am spitzen Pole hervor (Taf. XVII, Fig. 160): hier sind alle Pyramidenspitzen miteinander verbunden und mit drei, in der Regel ziemlich gleichmäßig ausgebildeten Kronen ausgestattet. Beide Differenzierungen, sowohl die Verbindung der Pyramidenspitzen, als auch die Vermehrung der Kronen, und ebenso die Beschränkung dieser Bildungen auf die Pole des Ballons werden verständlich, wenn man der *Sagenoscena irmingeriana* ein vertikales Bewegungsvermögen zuschreibt, wie ein solches für andere Radiolarien direkt nachgewiesen worden ist. Offenbar haben beim Steigen und Sinken die vorausgehenden Pole einen größeren Druck zu überwinden als die seitlichen Partien der Wandung, und so sehen wir an den Stellen, wo sich

bei anderen Formen kiel- und wasserbrecherähnliche Einrichtungen finden, eine bedeutende Verstärkung des Stützskelettes zur Anwendung gelangen.

Die Einrichtungen, denen wir soeben am spitzen Pole von *Sagenoscena* begegnet sind, führen hinüber zur Ausbildung einer doppelten Gitterschale, wie sie für die Arten der Gattung *Sagenoarium* charakteristisch ist (Taf. XIX, Fig. 167, 168 u. a.). Indem nämlich die Spitzen sämtlicher Zelte durch Tangentialbalken mit allen Nachbarzelten in Verbindung treten, entsteht eine äußere Gitterschale, welche hinsichtlich ihrer Struktur durchaus mit der inneren Schale übereinstimmt, nur daß naturgemäß die gleichseitig-dreieckigen Maschen in der ersteren weiter als in der letzteren sind. Es entsteht auf diese Weise ein „räumliches Fachwerksystem höherer Art“, in welchem die Gitterschalen die Gurtungen, die Zeltstäbe die Füllungsglieder darstellen. Daß eine derartige Schalenstruktur durchaus mit den Bauprinzipien der Ingenieurmechanik im Einklang steht und, was die Verbindung von Leichtigkeit, Festigkeit und Elasticität anbelangt, die einfachen Gitterschalen noch bei weitem übertrifft, braucht nicht näher ausgeführt zu werden.

Ganz ähnlichen Schalenstrukturen werden wir bei den koloniebildenden Tuscaroren begegnen (Taf. XIX, Fig. 169). Daselbst werden auch gewisse Unterschiede, welche bei aller Uebereinstimmung zwischen den Schalen von *Sagenoarium* und *Tuscaretta* bestehen, Erwähnung finden.

Was die Skelettentwickelung anbelangt, so weisen schon die kleinen Unregelmäßigkeiten, die man bei zahlreichen Sagosphäridenskeletten antrifft, darauf hin, daß bei der Bildung derselben die nämlichen Einzelprozesse zusammenwirken müssen, wie bei der Entstehung der Aulosphäridenskelette. Zu diesen abnormen Vorkommnissen gehören z. B. die schon von R. Hertwig erwähnten Fälle, in welchen die Stäbchen durch Querbrücken untereinander zusammenhängen oder anstatt von einem Knotenpunkt von einem anderen Stäbchen entspringen, Befunde, die, wie die entsprechenden bei den Aulosphäriden, auf eine gewisse genetische Selbständigkeit der Einzelstäbchen hinweisen. Ferner kommen bei *Sagenoscena irmingeriana* nicht selten Doppelbildungen vor, welche eine „Konkurrenz richtender Centren“ wahrscheinlich machen. So ist z. B. in Fig. 158 (Taf. XVI) ein Zelt von einem *Sagenoscena*-Skelett mit mehrfachen Doppelbildungen dargestellt, welch letztere offenbar dadurch entstanden sind, daß das die Zeltbasis darstellende Maschenpolygon in statu nascendi statt von einem von zwei richtenden Centren bestimmt worden ist.

Lange habe ich vergeblich nach Bildern gesucht, welche mit den weichhäutigen und halbverkieselten Stadien anderer Tripyleen verglichen werden und damit eine Bestätigung der Ansicht liefern könnten, daß die Sagosphäriden- und Auslosphäridenskelette in entwickelungsgeschichtlicher und morphologischer Hinsicht nicht fundamental voneinander verschieden sind. Eines der allerletzten Präparate, welche ich zu systematisch-morphologischen Zwecken anfertigte, gab endlich den gewünschten Aufschluß. Dasselbe (Taf. XLVIII, Fig. 368) stammt von einer neuen antarktischen Form von *Sagenoarium* (*S. anthophorum*) und läßt nicht bloß an zahlreichen Knotenpunkten des Skelettes die einander durchkreuzenden Achsenfäden deutlich erkennen, sondern weist auch eine Menge von Skelettbalken und Radialstacheln auf, welche wenigstens streckenweise hohl und mit Luft gefüllt sind und, da sie ebenfalls einen Achsenfaden besitzen, durchaus die Beschaffenheit der Skelettelemente der Aulosphäridenschale zeigen. Es muß dahingestellt bleiben, ob man es hier mit eigentlichen Entwickelungsstadien oder mit Entwickelungshemmungen zu

thun hat, jedenfalls beweist der Befund mit Sicherheit die principielle entwickelungsgeschichtlich-morphologische Uebereinstimmung des Sagosphäriden- und Aulosphäridenskelettes. Die Hauptunterschiede zwischen beiden bestehen darin, daß bei letzterem die einzelnen Elemente eine größere Selbständigkeit bewahren, während bei ersterem während der Skelettentwickelung eine Verschmelzung der Balken in den Knotenpunkten stattfindet, und ferner darin, daß beim Sagosphäridenskelette ein sekundärer Verkieselungsprozeß und damit eine Ausfüllung des Hohlraumes der Balken und eine Amalgamierung der Achsenfäden Platz greift.

Der Weichkörper hüllt, wie aus mehreren Befunden mit Sicherheit hervorgeht, auch bei den Sagosphäriden das ganze Skelett ein und ist bei den größeren Formen von einer extrakalymmalen Sarkodehaut umgeben, welche von den Stachelkronen und sonstigen Terminalbildungen gestützt und ausgespannt gehalten wird (Taf. XVI, Fig. 152; Taf. XIX, Fig. 167). Mit einiger Wahrscheinlichkeit wird man, wie dies bereits oben angedeutet wurde, die Vermutung aussprechen dürfen, daß bei denjenigen Formen, deren Radialstacheln mehrere übereinander gelagerte Quirle von kleinen Aesten tragen (Taf. XV, Fig. 151), die Sarkode scheidenartig die äußeren Abschnitte der Radialstacheln überzieht, in ähnlicher Weise, wie dies bei vielen Aulosphäriden direkt beobachtet werden konnte.

Ein Phäodium war bei keiner meiner Formen erhalten.

Die tripylee Natur der Centralkapsel ist schon von R. Hertwig bei *Sagoscena (Aulosphaera) gracilis* nachgewiesen worden. Dasselbe konnte auch ich, und zwar ebenfalls für eine *Sagoscena*-Art, auf einer Schnittserie feststellen.

Der Kern zeigte in dem eben erwähnten Fall eine „schollige“ Struktur: zwischen zahlreichen Binnenkörpern waren eine Anzahl von ausgeprägten „Doppelstäbchen“ eingestreut.

Ein Individuum von *Sagenoarium dicranon* enthielt 4 Centralkapseln. Leider erwies sich auf der angefertigten Schnittserie die Konservierung als ungenügend, so daß über die Kernverhältnisse nichts ausgesagt werden kann.

Bei mehreren antarktischen Exemplaren von *Sagenoscena irmingeriana* fand ich an Stelle einer Centralkapsel zahlreiche tief tingierbare, kapsel- oder kernartige Gebilde von verschiedener Größe, welche großenteils die Knotenpunkte der Gitterschale und die Spitzen der Pyramiden einnahmen (Taf. XLVI, Fig. 348). Da mir kein genügend konserviertes Material für Schnittzwecke zur Verfügung stand, so mußte ich zu meinem Bedauern auf eine Entscheidung der Frage verzichten, ob es sich wirklich um die Kerne von *Sagenoscena* oder um Fremdkörper handelt.

Horizontalverbreitung. Für einige Formen kann jetzt schon angegeben werden, daß sie vorzugsweise die warmen Meeresteile und daneben auch die Mischwassergebiete, insbesondere die des nördlichen Atlantik bewohnen, so z. B. für *Sagoscena tentorium* und *elegans*, *Sagenoarium Chuni* und *dicranon*, eine Verbreitungsweise, die ja auch für viele andere Tripyleen nachgewiesen werden kann. Eine einzige Form, *Sagenoscena irmingeriana*, kann nach den bisherigen Beobachtungen mit Bestimmtheit den bipolaren Kaltwasserformen zugerechnet werden; für eine andere, *Sagoscena castra*, gilt vermutlich das nämliche. Eine Kaltwasserform ist vermutlich auch die außerordentlich zierliche, zweimal in der Antarktis gefundene *Sagoscena floribunda* (Taf. XV, Fig. 150), welche hinsichtlich der reichen Verzweigung ihrer Apikalstacheln mit so vielen Charakterformen des südlichen Eismeeres übereinstimmt.

Vertikalverbreitung. Wie schon die Zierlichkeit und Leichtigkeit der Skelettstrukturen der Sagosphäriden vermuten läßt, sind dieselben Bewohnerinnen der oberen Meeresschichten, mindestens der Region des Knephoplanktons (50—400 m). Auch für die großen *Sagenoarium*-Arten, insbesondere für *S. Chuni*, konnte ein Vorkommen oberhalb des 200 m-Horizontes nachgewiesen werden. Es dürften diese Formen überhaupt die größten Tripyleen sein, welche in diese höheren Regionen heraufsteigen.

Von einer Form, *Sagoscena elegans*, steht fest, daß sie auch noch oberhalb des 50 m-Horizontes, also in der Schicht des Phaoplanktons, vorkommt.

Systematik. HAECKEL unterscheidet zwei Unterfamilien, die Sagenida und Sagmarida. Erstere besitzen eine einfache, aus meist gleichseitig-dreiseitigen Maschen bestehende Gitterschale, letztere eine spongiöse, aus einem unregelmäßigen Flechtwerk bestehende Schalenwandung. Von den 3 zu der zweiten Unterfamilie gehörigen Gattungen *(Sagmarium, Sagmidium, Sagoplegma)* sind mir keine Formen zu Gesicht gekommen, ebensowenig von den beiden anscheinend primitivsten Gattungen, *Sagena* und *Sagosphaera*, bei denen die Gitterschale keine zeltartigen Aufsätze trägt.

Alle mir vorliegenden Formen gehören teils zu den beiden HAECKEL'schen Sageniden-Gattungen *Sagena* und *Sagosphaera*, teils zu der in ihre nächste Nähe gehörigen BORGERT'schen Gattung *Sagenoarium*. Diese 3 Gattungen sind durch folgende Merkmale charakterisiert (vergl. auch BORGERT, 1901 a):

Gitterschale aus meist regelmäßigen, gleichseitig-dreieckigen Maschen bestehend	Oberfläche der Gitterschale mit zeltförmigen Erhebungen bedeckt, deren Spitzen meist frei (d. h. nicht durch Tangentialbalken miteinander verbunden) sind	Zelte ohne inneren Achsenstab:	*Sagoscena* HAECKEL
		Zelte mit innerem Achsenstab:	*Sagenoscena* HAECKEL
	Oberfläche der Gitterschale mit zeltförmigen Erhebungen bedeckt, deren Gipfel durch Tangentialbalken miteinander verbunden sind: Gitterschale daher doppelt	Zelte ohne inneren Achsenstab:	*Sagenoarium* BORGERT

1. Gattung. *Sagoscena* HAECKEL.

Gitterschale kugelig, aus meist gleichseitig-dreieckigen Maschen bestehend; mit zeltförmigen Erhebungen bedeckt; kein innerer Achsenstab; mehrere, meist 3, Zeltstäbe setzen sich in Apikalstacheln fort.

Sagoscena castra HAECKEL.

Taf. XV, Fig. 147.

Sagoscena castra HAECKEL, Rep., p. 1608, Taf. CVIII, Fig. 1; BORGERT, Nord. Trip., S. 11, Fig. 9, 9a, 9b.

Zelte ziemlich regelmäßig, meist drei- oder vierseitig, mit 3 oder 4, als Fortsetzungen von Zeltstäben erscheinenden Gipfelstacheln, welche am Ende einen kleinen höckerigen Knopf tragen. Bei dem mir vorliegenden Exemplar (Taf. XV, Fig. 147) zeigen einzelne Gipfelstacheln eine Gabelung in 2 oder 3 kleine Zinken, was an *Sagoscena tentorium* erinnert (vergl. BORGERT, 1901 a, S. 12, Anm.).

Gitterschale kugelig, Durchmesser 1,7—2,3 mm.

Fundorte: Ch.-St. 295, 296 (südöstlicher Pacifik, Oberfläche); Irmingersee, Labradorstrom (BORGERT); vom „Gauß" auch in der Antarktis erbeutet (vergl. 1904 a, S. 644).

Verbreitung. Möglicherweise bipolare Kaltwasserform.

S. digitata n. sp.

Taf. XV, Fig. 148.

Sagoscena digitata V. HAECKER, 1904 a, S. 644, Fig. 26 f.

Von *Sagoscena castra* durch die korbförmige Anordnung der derben, nicht in der Fortsetzung von Zeltstäbchen gelegenen Apikalstacheln und durch das Fehlen bedornter Endknöpfe unterschieden.

Fundort: T.-St. 237 (tropischer Indik, V.).

S. tentorium HAECKEL.

Taf. XV, Fig. 149.

Sagoscena tentorium HAECKEL, Rep., p. 1608, Taf. CVIII, Fig. 6; *Sagoscena militaris* BORGERT, Nord. Trip., S. 12, Fig. 10, 10 a, 10 b.

Zelte ziemlich regelmäßig, meist drei- oder vierseitig; mit gewöhnlich 3 oder 4 Gipfelstacheln. Letztere gabeln sich in 2—4 Terminaläste, welche mit einem winzigen bedornten Knopf endigen, zuweilen auch ihrerseits wieder gegabelt sind.

Gitterschale kugelig. Durchmesser 1,5—3,0 mm.

Vermutlich gehören *S. tentorium* HAECKEL und *S. militaris* BORGERT zusammen. Anklänge dieser Form an *S. castra* HAECKEL scheinen nicht selten zu sein (vergl. BORGERT, 1901 a, S. 12), und ebenso finden sich umgekehrt Exemplare von *S. castra*, welche an *S. tentorium* erinnern. Auch die Verbreitung beider Formen ist die nämliche.

Fundorte: Ch.-St. 291 (südlicher Pacifik, Oberfläche); Irmingersee, Labradorstrom (BORGERT); T. 190, 215, 218, 237, 239 (tropischer Indik, qu. 200 und Vertikalnetzfänge).

Verbreitung. Knephoplanktonische Form, in wärmeren Meeren, sowie in Mischgebieten (Irmingersee, Labradorstrom, südlicher Pacifik) vorkommend.

S. floribunda n. sp.

Taf. XV, Fig. 150.

Sagoscena floribunda V. HAECKER, 1904 a, S. 645, Fig. 26 c.

Zelte regelmäßig, meist dreiseitig, seltener bis zu sechsseitig. Gipfelstacheln der Zahl der Zeltstäbchen entsprechend, mit regelmäßig drei Terminalästen, welche mit zwei bedornten Endpolstern versehen sind.

Fundorte: T.-St. 139, 149 (Antarktis, V.).

Verbreitung. Den bisherigen Fundorten und der reichlichen Verästelung der Apikalstacheln nach Kaltwasserform.

S. praetorium HAECKEL.

Taf. XV, Fig. 145—146; Taf. XLVI, Fig. 349.

Sagoscena praetorium HAECKEL, Rep., p. 1609, Taf. CVIII, Fig. 7.

Zelte ziemlich regelmäßig, drei- bis vierseitig, mit 3 oder 4 Gipfelstacheln, welche einzelne unregelmäßige Quirle von Seiten- und Endästen tragen.

Gitterschale kugelig. Durchmesser 2,6 mm.

Diese Form ist von *Sagoscena elegans* BORGERT durch die größere Dicke der Balken und durch die gedrungenere, knorrige Beschaffenheit der Apikalstacheln unterschieden (Dicke der Balken bei *S. praetorium* nach HAECKEL 0,006, bei *S. elegans* nach BORGERT 0,0028—0,0035 mm).

Fundorte: Ch.-St. 271—274 (centraler Pacifik, Oberfläche); T.-St. 135 (Antarktis, Schl.-N. 250—50), 145 (Antarktis, Schl.-N. 200—100). Außerdem vom „Gauß" wiederholt in der Antarktis gefischt (vergl. 1904a, S. 645).

Verbreitung. Abgesehen von den Funden des „Challenger" ausschließlich in der Antarktis gefischt und anscheinend hier für die folgende Art vikarierend.

S. elegans BORGERT.

Taf. XV, Fig. 151; Taf. XLVII, Fig. 361.

Sagoscena elegans BORGERT, Nord. Trip., S. 12, Fig. 11; Trip. Schließnetzf., S. 735.

Zelte ziemlich regelmäßig, meist drei- oder vierseitig, mit gewöhnlich 3 oder 4 Gipfelstacheln, „die am distalen Ende einen Quirl von 3, 4 oder 5 kurzen Terminalästen tragen. Außer diesen ist noch eine wechselnde Zahl von Seitenästen vorhanden, die teils zu regulären drei- bis vierstrahligen Quirlen zusammengruppiert sind, teils paarig oder einzeln unregelmäßig zerstreut stehen".

Bei den mir vorliegenden Exemplaren sind häufig die Spitzen von einzelnen benachbarten Zelten miteinander durch unregelmäßig bedornte Tangentialbalken verbunden (Uebergang zur Gattung *Sagenoarium*).

Gitterschale kugelig. Durchmesser 1,2—1,5 mm.

Von *Sagoscena praetorium* durch die geringere Dicke des Balkenwerks und die außerordentlich zierliche Beschaffenheit der Apikalstacheln und ihrer Quirle unterschieden.

Fundorte: Irmingersee, Labradorstrom (BORGERT); Südäquatorialstrom (BORGERT, Schl.-N. 500—700 m); T.-St. 41, 43, 55 (Guineastrom, qu. 200), 227, 231 (tropischer Indik, qu. 50, 100 u. 200).

Verbreitung. Knepho- bis phaoplanktonische Form mit vorwiegend äquatorialer Verbreitung, in der Irmingersee und im Labradorstrom auch nach Norden ausstrahlend, in der Antarktis durch *S. praetorium* vertreten.

2. Gattung. *Sagenoscena* HAECKEL.

Gitterschale kugelig oder birnförmig, aus meist gleichseitig-dreieckigen Maschen bestehend, mit zeltförmigen Erhebungen bedeckt, welche einen inneren Achsenstab besitzen; meist ist nur der letztere in einen Apikalstachel verlängert; jedoch können sich auch ein oder zwei seitliche Zeltstäbe in rudimentäre Apikalstacheln fortsetzen; nicht selten sind die Spitzen einzelner benachbarter Zelte durch Tangentialbalken verbunden (Uebergänge zu *Sagenoarium*).

Sagenoscena irmingeriana BORGERT.

Taf. XVI, Fig. 152, 154—158; Taf. XVII, Fig. 159—160; Taf. XVIII, Fig. 161; Taf. XLVI, Fig. 348.

Sagenoscena irmingeriana BORGERT, Nord. Trip., S. 13, Fig. 13, 13a.

Radialstacheln mit einer palmenähnlichen Krone von 10—20, meist paarweise entspringenden, vielfach auch gegabelten Terminalästen. Meist erhebt sich auf der Spitze der

Pyramide nur ein einziger Radialstachel, als Fortsetzung des derben Axialstabes (Taf. XVI, Fig. 154); nicht selten setzen sich aber außerdem 2 oder 3 Pyramidenstäbe über die Spitze hinaus fort. Dieselben stellen entweder einfache, an der Spitze abgerundete Fortsätze dar (Fig. 155) oder sie tragen kleine, unregelmäßige Nebenkronen (Fig. 156). In seltenen Fällen erreicht ein solcher Pyramidenstab auch die Länge und Dicke des Achsenstabes und trägt an der Spitze eine vollständige Krone (Fig. 157).

Bei den ballonförmigen Exemplaren aus der Antarktis (Taf. XVI, Fig. 152) finde ich am stumpfen Pole vielfach je 2 oder 3 benachbarte Zelte durch Tangentialbalken verbunden (Taf. XVII, Fig. 159; Taf. XVIII, Fig. 161), während am spitzen Pole sämtliche Zeltspitzen verbunden sind, so daß hier eine zweite äußere Gitterschale, entsprechend der von *Sagenoarium*, zu stande kommt (Fig. 160). Auch Borgert hat, wie aus seiner Abbildung (1901 a, S. 13) hervorgeht, bei den nordatlantischen Exemplaren eine teilweise Verbindung der Zeltspitzen angetroffen. Wahrscheinlich ist auch das von Brock (1906) beschriebene *Sagenoarium norvegicum* n. sp. nur eine Abart von *Sagenoscena irmingeriana* mit stärker ausgebildeter zweiter Gitterschale.

Gitterschale kugelig oder birnförmig, mit ziemlich regelmäßig gleichseitig-dreieckigem Maschenwerk. Dementsprechend sind auch die Zelte in der Regel sechsseitig. Bei einigen antarktischen Exemplaren fand ich in der Gitterschale und in den Zelten zahlreiche Abnormitäten und Unregelmäßigkeiten (Taf. XVI, Fig. 158).

Durchmesser der kugeligen Exemplare 3,5 mm, Länge der birnförmigen Schale 4,5 mm, größte Breite 3,5 mm. Um die Größenverhältnisse der birnförmigen Individuen zu veranschaulichen, ist in Taf. XVI, Fig. 153 ein Copepode (*Oithona* sp.) bei gleicher Vergrößerung abgebildet.

Vermehrung. In der Antarktis wurden wiederholt Individuen gefunden, welche an Stelle einer Centralkapsel zahlreiche kapsel- oder kernhaltige Gebilde enthielten, welche großenteils den Knotenpunkten anliegen und vielleicht Sporen darstellen (Taf. XLVI, Fig. 348).

Fundorte: Irmingersee (Borgert); T.-St. 142, 149 (Antarktis, V.). Auch vom „Gauß" wurde die Form mehrfach in der Antarktis gefunden (1904 a, S. 648).

Verbreitung. Die *S. irmingeriana* ist nach den bisherigen Befunden eine ausgesprochene Kaltwasserform, ebenso wie auch die Haeckel'schen Arten *S. stellata, ornata, penicillata, coronata* und *spathillata* den kalten Meeresgebieten und Strömungen angehören. Im speciellen ist *S. irmingeriana* eine bipolare Form. Ueber ihre Vertikalverbreitung läßt sich nur sagen, daß sie in der Antarktis oberhalb des 400 m-Horizontes vorkommt.

S. tetracantha n. sp.

Taf. XVIII, Fig. 162; Taf. XLVII, Fig. 367.

Sagenoscena tetracantha V. Haecker, 1904 a, S. 648, Fig. 28.

Radialstacheln mit 3—6, häufig 4 leicht gebogenen, korbförmig angeordneten Terminalästen. Nebenstacheln meist nur durch höckerartige Auswüchse angedeutet, selten verkümmerte Nebenkronen tragend.

Gitterschale birnförmig, mit regelmäßig sechsstrahligem Maschenwerk.

Länge 5,5 mm, Breite 4 mm.

Fundort: T.-St. 190 (tropischer Indik, V. 1100, 4—6 derbe Terminaläste). Eine ähnliche Form wurde vom „Gauß" in der Antarktis gefischt (vergl. 1904 a, S. 648).

S. lampadophora n. sp.

Taf. XVIII, Fig. 163; Taf. XLV, Fig. 345.

Sagenoscena lampadophora V. Haecker, 1905, S. 344, Textfig. 6.

Radialstacheln gegen das distale Ende keulen- oder fackelförmig verdickt, mit einer Krone von 12—15 leicht gebogenen, zugespitzten Terminalästen.

Diese Form, von welcher nur einmal (T.-St. 179, südlicher Indik) eine Radialstachel gefunden wurde, ist bemerkenswert wegen der weitgehenden Konvergenz mit *Auloscena atlantica* (Taf. XIII, Fig. 132).

3. Gattung. *Sagenoarium* Borgert (1891).

Gitterschale verschiedengestaltig, durchweg doppelt, aus gleichseitig-dreieckigen Maschen bestehend; Zelte ohne inneren Achsenstab; die Zeltstäbe setzen sich großenteils über die Zeltspitze hinaus in Gipfelstacheln fort.

Sagenoarium dicranon n. sp.[1]).

Taf. XIX, Fig. 167; Taf. XLVII, Fig. 363 u. 365.

Sagenoarium dicranon V. Haecker, 1904 a, S. 647, Fig 27 c.

Gipfelstacheln derb, unverästelt, am Ende mit einer schwachen bedornten Auftreibung versehen.

Gitterschale kugelig, oval oder ballonförmig, 4—5,5 mm lang, 3—3,5 mm breit. Bei ballonförmigen Individuen sind die Zelte am stumpfen Pole höher und ihre Apikalstacheln länger als am spitzen Pole.

Varianten. Bei einem (unvollständigen) Exemplar (T.-St. 74) war ein Teil der Zelte nicht durch Tangentialbalken verbunden und daher die äußere Gitterschale unvollständig.

Fundorte: T.-St. 44 (Guineastrom, V.), 73, 74 (Benguelastrom, kühl, V.), 215, 217, 218, 232, 237, 238 (nördlicher Indik, V.). Außerdem vom „Gauß" im Guineastrom gefischt (vergl. 1904 a, S. 648).

Verbreitung. Im ganzen offenbar Warmwasserform.

S. furcatum n. sp.

Taf. XVIII, Fig. 166.

Sagenoarium furcatum V. Haecker, 1904 a, S. 645, Fig. 27 a.

Gipfelstacheln mit wenigen (3—4), dornige Endknöpfchen tragenden Aesten. Meist sind 3 Aeste zu einer Endgabel vereinigt, und ein vierter steht für sich allein weiter unten (vergl. Fig. 166, rechts oben).

Gitterschale nahezu kugelig, 4,5 mm lang.

Fundort: T.-St. 43 (Guineastrom, qu. 200).

Hierher gehört vielleicht das von Jörgensen im Byfjord (Norwegen) aus einer Tiefe von 0—400 m gefischte Bruchstück, welches der *Sagoscena tentorium* Haeckel ähnlich sein soll.

1) δίκρανον, Heugabel.

S. Chuni Borgert.

Taf. XVIII, Fig. 165; Taf. XLVII, Fig. 362, 364, 366.

Sagenoarium Chuni Borgert, 1891, S. 672; derselbe, Nord. Trip., 1901 a, S. 14, Fig. 14, 14 a

Spitze der Zelte mit 2—5, gewöhnlich drei divergierenden Gipfelstacheln besetzt, welche gewöhnlich zwei Quirle von drei oder vier Aesten tragen (Taf. XVIII, Fig. 165). Die Aeste des Endquirles tragen eine zweiteilige Spathille oder sind deutlich gegabelt, die Aeste des zweiten Quirles sind meist mit einer einfachen Spathille versehen.

Gestalt der Gitterschale breit, oval, birnen-, spindel- oder herzförmig.

Länge der Schale 4—6,8 mm, Breite 3—3,5 mm (nach Borgert: Länge 3,0—5,2 mm, Breite 2,7—3,4 mm).

Fundorte: Irmingersee, Labradorstrom (Borgert), T.-St. 43, 44, 54 (Guineastrom), 91 (Benguelastrom), 239 (tropischer Indik). Auch vom „Gauß" im Guineastrom gefischt (vergl. 1904 a, S. 646).

Verbreitung. Diese Form ist nach dem bisher vorliegenden Material hauptsächlich in den wärmeren Gebieten des Indik und namentlich des Atlantik verbreitet und kommt in einer etwas kleineren Varietät auch in den nördlichen Mischgebieten des Atlantik vor. Es liegen also ähnliche Verhältnisse wie bei *Aulatractus fusiformis* vor. In der Antarktis tritt an Stelle dieser Art die folgende, zarter gebaute Form. In Bezug auf die Tiefenverbreitung ist hervorzuheben, daß die Exemplare der Station 43 mit dem Planktonnetz (qu. 200) gefischt wurden, so daß also die Art, wie schon ihr zartes Gitterwerk und die Beschaffenheit der Gipfelstacheln vermuten läßt, als knephoplanktonisch betrachtet werden darf.

S. antarcticum n. sp.

Taf. XIX, Fig. 168.

Sagenoarium antarcticum V. Haecker, 1904 a, S. 646, Fig. 27 d.

Von *S. Chuni* durch die zarte Beschaffenheit des Gitterwerkes, namentlich der unteren Tangentialbalken, sowie durch die längeren, zarteren Gipfelstacheln und deren Bewehrung unterschieden. Dieselben tragen an ihrem Ende einen Quirl von 3 oder 4 kleinen, mit nierenförmigen Endpolstern versehenen Terminalästen und außerdem mehrere unregelmäßig verteilte, häufig paarig angeordnete Seitendornen.

Gitterschale eiförmig, 3,5 mm lang, 2,5 mm breit.

Möglicherweise gehört hierher eine von Borgert (1903, S. 735, Fig. A) beschriebene, aus der Sargassosee stammende Form (*Sagenoarium* sp.).

Fundorte: Diese Form wurde vom „Gauß" mehrfach in der Antarktis, zum Teil noch oberhalb des 100 m-Horizontes angetroffen [vergl. 1904 a, S. 647][1]).

S. verticillatum n. sp.

Taf. XVIII, Fig. 164.

Sagenoarium verticillatum V. Haecker, 1904 a, S. 647, Fig 27 b.

Gipfelstacheln mit 2—4 regelmäßigen Quirlen von 4—5 senkrecht abstehenden, leicht abwärts gekrümmten Aesten, welche keine Endpolster oder Spathillen besitzen.

Fundorte: T.-St. 46, 66 (Atlantik, Vertikalnetz).

1) Die vorliegende Zeichnung hatte in der Tafel Aufnahme gefunden, ehe eine genauere Vereinbarung betreffend die Verwertung des Materials der deutschen Südpol-Expedition getroffen war. Vergl. S. 82, Anm.

S. anthophorum n. sp.

Taf. XLVIII, Fig. 368a—d.

Gipfelstacheln mit einer palmenähnlichen Krone von 6—10 Terminalästen (Fig. 368a), daneben kürzere Gipfelstacheln mit 2—4 kurzen, horizontal abstehenden Haken (Fig. 368b).

Nur in einem, nicht ganz vollständigen Exemplar in T.-St. 135 (Antarktis, Schl.-N. 680 bis 480) gefunden. Dasselbe zeigte die oben (S. 134) beschriebenen, in entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht bemerkenswerten Strukturverhältnisse (Röhrenform der Radialstacheln und Balken, allgemeine Verbreitung von Achsenfäden).

III. Unterordnung. Phaeocalpia.

Innerhalb der Unterordnung der Phaeogromia, d. h. der Phäodarien mit einfacher, eine besondere Schalenmündung aufweisender Schale, hat HAECKEL unter der Bezeichnung „Phaeocalpia“ (κάλπις, Urne) eine kleinere Gruppe abgegrenzt, die sich durch die besondere porzellanartige Struktur der Schale von den übrigen Phäogromien und überhaupt von sämtlichen anderen Phäodarien unterscheiden soll. Diese Gruppe würde nach HAECKEL ausschließlich die Circoporiden und Tuscaroriden umfassen (Rep., p. 1693, 1702).

Nach meinen Befunden zeigen nun aber auch die Castanelliden, sei es nur in einem vorübergehenden Entwickelungsstadium, sei es als dauernde Struktur, die porzellanartige Beschaffenheit der Schale, wie sie denn überhaupt mit den beiden genannten Familien nicht bloß hinsichtlich der Strukturelemente der Schale (primäre Kieselhülle, porzellanartige Füllsubstanz, tangentiale Achsenfäden), sondern auch bezüglich des Baues und der Insertion der Radialstacheln, der Neigung zu polyedrischer Schalenform und mancher anderer Verhältnisse übereinstimmen. Sie stellen alles in allem in ihrer Mehrzahl verhältnismäßig primitive Typen dar, bei welchen die Gestalt der Schale, die Zahl und Beschaffenheit der Radialstacheln und nicht minder auch die Verbreitungsweise noch nicht diejenige Specialisierung erfahren haben, die wir bei den Circoporiden und Tuscaroriden finden.

Ich glaube daher, daß es keinem Zweifel unterliegen kann, daß die Castanelliden, Circoporiden und Tuscaroriden zusammen eine engere, ziemlich gut abgeschlossene Gruppe bilden, für welche die HAECKEL'sche Bezeichnung: Phaeocalpia in erweitertem Sinne angewandt werden kann. Ich halte es ferner für sicher, daß diese Gruppe dem Rest der Phaeogromia (Challengeriden, Medusettiden und verwandte Formen) viel ferner steht als den Phäosphärien, ja, man könnte sogar die Frage erheben, ob sie nicht überhaupt mit letzteren zu vereinigen sind. Es sei hier nur nochmals auf die feinere Struktur der Radialstacheln, auf die in allen Familien der beiden Unterordnungen nachweisbaren Tangentialnadeln, auf die Aehnlichkeit der gemeinsamen Gitterschale der koloniebildenden Tuscaroren mit dem Fachwerk von *Sagenoarium*, auf die Uebereinstimmung der Circoporidenschalen mit der inneren Schale von *Cannosphaera* hingewiesen.

Nach meiner Ueberzeugung ist also die Gruppierung und Reihenfolge der Unterabteilungen der Tripyleen, wie sie von HAECKEL vorgeschlagen worden ist, dahin abzuändern, daß die ur-

sprüngliche Unterordnung (nach Haeckel: Ordnung) der Phäogromien in zwei Unterordnungen zu spalten ist, welchen die Bezeichnungen „Phaeocalpia" und „Phaeogromia s. str." zu geben sind, und daß die Phäocalpien direkt den Phäosphärien anzuschließen, also den Phäogromien voranzustellen sind.

Es ist noch die Frage zu entscheiden, ob der neuen Unterordnung der Phäocalpien vielleicht auch die Familie der Porospathiden (Taf. XLVIII) einzureihen ist. In Bezug auf die feinere Schalenstruktur weichen die Porospathiden zweifellos ebenso von den Phäocalpien, wie von den Phäogromien, insbesondere den Challengeriden, ab. Nur mit *Circoporus octahedrus* Haeckel (Textfig. 17, c) zeigt die Gattung *Porospathis* hinsichtlich der Schalenstruktur eine gewisse Uebereinstimmung. Auch könnte man vielleicht die sechsstrahlige Anordnung der Oberflächenleisten von *Porospathis* mit dem sechsstrahligen Skelettbau vieler Aulosphäriden und der meisten Sagosphäriden vergleichen und also wenigstens eine indirekte Verwandtschaft der Porospathiden mit den Phäocalpien aus der Schalenstruktur ableiten, da ja die Aulosphäriden und Sagosphäriden sicherlich den Phäocalpien sehr nahestehen. Freilich kann diese Uebereinstimmung nicht als entscheidend für die systematische Unterbringung der Porospathiden betrachtet werden, da es sich hier um Strukturverhältnisse handelt, welche eine einfache mechanische Bedeutung haben und daher sehr wohl das Ergebnis einer Parallelentwickelung sein können.

Etwas bedeutungsvoller ist vielleicht der monaxone Bau, hinsichtlich dessen die Porospathiden mit den meisten Phäocalpien übereinstimmen, dagegen von den der Mehrzahl nach bilateral-symmetrischen Phäogromien unterschieden sind; sowie die allseitige Anordnung der Radialstacheln, ein Charakter, welcher sich ebenfalls bei den Phäocalpien, dagegen bei keiner zu den Phäogromien gehörenden Form findet.

Will man also nicht für die Porospathiden eine besondere Unterordnung aufstellen, so kommt man dazu, die Porospathiden den Phäocalpien einzureihen und ihnen einen Platz in der Nähe der primitiveren Castanelliden und Circoporiden anzuweisen. Es sei hier hinzugefügt, daß schon Haeckel (Rep., p. 1677) seine *Polypetta (Porospathis) mammillata* vermutungsweise in die Nähe der Castanelliden gestellt hat, während nach Borgert (1901a, S. 48) engere Beziehungen zu der Circoporiden-Gattung *Haeckelinia* und möglicherweise auch zu den Cannosphäriden bestehen.

Alles in allem würde also die Unterordnung der Phäocalpia alle diejenigen Tripyleen umfassen, welche eine monaxone oder polyedrische Schale mit besonderer Schalenmündung und allseitig angeordneten Radialstacheln besitzen. Zu dieser sind zu rechnen 4 Familien, von welchen die 3 ersteren näher zusammengehören und zahlreiche Beziehungen zu den Phäosphärien zeigen, während die vierte eine selbständigere Stellung einnimmt:

5. Familie Castanellidae[1]),
6. Familie Circoporidae,
7. Familie Tuscaroridae,
8. Familie Porospathidae.

1) In einer früheren Arbeit (1904a, S. 634) habe ich, ohne damals eine genauere Kenntnis von der Schalenstruktur der Castanelliden zu haben, vorläufig die Tuscaroriden vorangestellt.

5. Familie. Castanellidae.

Castanellida, Haeckel, 1887.

Phäocalpien mit meist kugeliger, monaxoner Schale, welche von rundlichen Poren und einer größeren Pylomöffnung durchbrochen und in den Knotenpunkten mit kürzeren Dornen, meist auch mit einer Anzahl von kräftigeren Radialstacheln besetzt ist.

Die Castanelliden gehören zu den gemeinsten Tripyleen und treten in allen Größenabstufungen von 0,2—1,25 mm auf. Letztere Größengrenze wird von den beiden, im „Valdivia"-Material zum ersten Male gefundenen Arten *Castanea amphora* und *globosa* (Taf. XXXVI, Fig. 278 und 280) erreicht.

Die Form der Schale ist in der überwiegenden Anzahl der Fälle eine Kugel. Jedoch kommen sowohl normale wie abnorme Abweichungen von der sphärischen Gestalt vor. Zu den ersteren sind zu rechnen die eiförmigen Schalen mit polständiger, und zwar normalerweise am spitzen Pol gelegener Pylomöffnung, wie sie bei *Castanidium variabile antarcticum* (Taf. XXXVII, Fig. 283) und *Castanella Sloggetti* (Taf. XXXIV, Fig. 260) eine sehr häufige Erscheinung sind, sowie die zur Polyederform übergehenden Schalen, bei welchen die Basen der Radialstacheln zu kegelförmigen Sockeln ausgezogen sind. Ist in diesem Fall die Zahl der Radialstacheln eine beschränkte, wie dies z. B. für *Castanidium Moseleyi circoporoides* (Taf. XXXIX, Fig. 293) zutrifft, so ergiebt sich eine weitgehende Konvergenz mit den Circoporiden-Schalen (vergl. Taf. XXI).

An den antarktischen Stationen wurden von der „Valdivia", neben anderen unten zu besprechenden Monstrositäten, vielfach auch Castanelliden mit abnormen Schalenformen angetroffen, unter anderem birnförmige Schalen mit seitlicher Pylomöffnung (Taf. XL, Fig. 295) und ebenso solche mit mehreren Pylomöffnungen (Taf. XL, Fig. 295a), Vorkommnisse, die in entwickelungsphysiologischer Hinsicht von einiger Bedeutung sind, weil sie zeigen, daß Polarität der Schale und Pylombildung nicht notwendig miteinander verbunden sind.

Die Poren weisen hinsichtlich der Größe beträchtliche Unterschiede bei den verschiedenen Arten, innerhalb derselben Art und an einem und demselben Individuum auf. In letzterer Hinsicht sind namentlich *Castanidium variabile fenestratum* und *antarcticum* (Taf. XXXVII, Fig. 282 und 283) zu erwähnen, während bei anderen Formen, z. B. *Castanidium sol* (Taf. XXXVI, Fig. 273), eine größere Gleichmäßigkeit der Poren Regel ist. Bei einigen Arten sind die Poren von polygonalen Rahmen umgeben (z. B. *Castanarium favosum*, Taf. XXXIV, Fig. 258), in ganz ähnlicher Weise, wie dies bei einer Reihe von Peripyleen, namentlich bei den Gattungen *Acanthosphaera* und *Heliosphaera* der Fall ist.

Bei einer einzigen Form, *Circocastanea margarita* (Taf. XXXV, Fig. 266), fanden sich außer den gewöhnlichen Poren im Umkreis der Dornen kranzförmig gestellte Porenräume, welche, wie ihr Luftgehalt im Kanadabalsampräparat beweist, nach außen und innen vollkommen abgeschlossen sind.

Die Substanz der Schale ist nach Haeckel in den meisten Fällen hyalin transparent, nur bei einigen größeren Formen wurde von Haeckel im Innern der Gitterschale ein Netzwerk von feineren Achsenfäden beobachtet, und zuweilen erschienen die Balken des Gitterwerkes von kanalförmigen Hohlräumen durchzogen. Jedenfalls zeige, wie Haeckel bemerkt, die Castanelliden-

schale niemals die für die Circoporiden charakteristischen Strukturverhältnisse: eine cementartige Grundsubstanz mit eingebetteten Tangentialnadeln.

Im Gegensatz hierzu fand ich bei zahlreichen, frisch in Kanadabalsam eingeschlossenen Exemplaren verschiedener Arten eine Struktur, welche in allen wesentlichen Punkten mit derjenigen der Circoporiden- und Tuscaroridenschale übereinstimmt (Taf. XXXVIII, Fig. 290). Unmittelbar nach dem Einschließen in Balsam erscheint bei solchen Exemplaren das Balkenwerk homogen, und innerhalb desselben sind zahlreiche gerade Achsennadeln zu erkennen, welche sich vielfach auf Grund ihres Luftgehaltes als Hohlgebilde ausweisen und den Tangentialnadeln der Circoporiden und Tuscaroriden und wohl auch denen der Aulacanthiden homolog zu setzen sind. Nach einiger Zeit sieht man dann, in ähnlicher Weise wie bei den „porzellanartigen" *Circoporus-* und Tuscarorengehäusen, von verschiedenen Stellen aus innerhalb des Balkenwerkes, und zwar in einer die Achsennadeln umgebenden Mantelzone, Luftbläschen anschießen, so daß nach und nach die ganze Schale bis auf schmale hyaline Porensäume eine undurchsichtig-körnige Beschaffenheit bekommt, was auf eine poröse Beschaffenheit der Schale schließen läßt (Fig. 290, rechts unten). Nach längerem Verweilen im Kanadabalsam dringt nun derselbe in vielen Fällen, ebenso wie dies bei den *Circoporus-* und Tuscarorenschalen in der Regel zu beobachten ist, in die Schalensubstanz ein und resorbiert die in den feinsten Porenräumchen enthaltene Luft. Häufig kann man selbst dann noch sowohl die poröse Beschaffenheit der Balkenmitte als die feinen Tangentialnadeln erkennen, in den meisten Fällen freilich nimmt die ganze Schale nach und nach eine „hyaline, transparente" Beschaffenheit ein.

Wie gesagt, habe ich die erwähnte Struktur bei Exemplaren sehr verschiedener Arten als eine vorübergehende oder dauernde kennen gelernt und ich bezweifle daher nicht, daß sich die Schalen aller Castanelliden wenigstens während ihrer Entwickelung aus den gleichen drei Bestandteilen zusammensetzen, wie die der Circoporiden und Tuscaroriden: nämlich aus den beiden homogenen, durch die Porensäume miteinander in Verbindung stehenden Grenzlamellen, aus der porzellanartigen Füllsubstanz und endlich aus einem System von feinsten, hohlen Tangentialnadeln. Schon aus diesen Gründen halte ich, wie schon oben (S. 42) hervorgehoben wurde, die Beziehungen zwischen den Castanelliden einerseits und den Circoporiden und Tuscaroriden andererseits für sehr enge, was durch die Zusammenstellung dieser Familien in der Unterordnung der Phäocalpia und durch ihre Abtrennung von dem Formenkreis der Challengeriden und Medusettiden zum Ausdruck kommen soll.

Weitere strukturelle Eigentümlichkeiten der Schale, wie sie während ihrer Entwickelung hervortreten, werden weiter unten besprochen werden, vor allem auch gewisse Vorkommnisse, welche die von Haeckel (Rep., p. 1678) gezogene Grenze zwischen den Castanelliden und Aulosphäriden als keineswegs sehr scharf erscheinen lassen.

In den Knotenpunkten des Gitterwerkes erheben sich kürzere Nebendornen und längere Radialstacheln (Hauptstacheln). Erstere sind stets vorhanden und besetzen entweder nahezu alle, oder nur etwa die Hälfte oder ein Drittel der Knotenpunkte. Bei einer Form, *Castanarium Hookeri* (Taf. XXXIV, Fig. 257), sind die Knotenpunkte von je 2 oder 3 Nebendornen eingenommen. Die Radialstacheln treten im Gegensatz zu den Nebendornen meist in beschränkterer Anzahl auf, nur bei *Castanidium Apsteini* (Taf. XXXV, Fig. 272) verdrängen sie die Nebendornen fast vollständig und bilden einen dichten, die ganze Kugelschale umhüllenden

Wald. Im allgemeinen scheint die Zahl der Radialstacheln nicht konstant zu sein, nur in einigen Fällen, z. B. bei *Castanidium Moseleyi circoporoides* (Taf. XXXIX, Fig. 293) und *Castanidium sol* (Taf. XXXVI, Fig. 273), beträgt dieselbe fast immer ungefähr 20 und stimmt also im ganzen mit der Stachelzahl dodekaëdrischer Circoporiden überein.

Gewöhnlich sind die Radialstacheln ungefähr gleichmäßig über die ganze Schalenoberfläche verteilt, indessen finden sich auch, ähnlich wie bei den Circoporiden, Formen, bei welchen die Stacheln auf der Pylomseite dichter als auf der aboralen zusammengedrängt erscheinen. Dies gilt namentlich für einige Individuen des vorhin erwähnten *Castanidium sol*. Auch in Bezug auf die Größe der Radialstacheln können, wie hinzugefügt werden soll, polare Differenzierungen auftreten: insbesondere bei dem ebenfalls schon erwähnten *Castanidium Apsteini* (Taf. XXXV, Fig. 272) sind die Radialstacheln in der Umgebung der Pylomöffnung im allgemeinen länger und derber als am aboralen Pole, ein Verhältnis, welches auch bei den Nebendornen von *Castanella* häufig zu beobachten ist.

Was die Form und Struktur der Stacheln anbelangt, so sind dieselben meist glatt, gerade, cylindrisch und am Ende zugespitzt. Bei einigen Formen zeigen die Stacheln insgesamt oder zum Teil eine deutliche Oberflächenskulptur, „the surface being covered with small dimples and spinules between them“ (vergl. Rep., Taf. CXIII, Fig. 1). Meist ist diese Skulptur weniger hervortretend und erscheint mehr in Form von zwei unter spitzen Winkeln sich kreuzweise schneidenden Systemen von feinen Leisten oder Fibrillen, welche rhombische tüpfelartige Felder einschließen (z. B. *Castanidium Murrayi*, Taf. XXXVI, Fig. 274).

Zuweilen sind die Stacheln schlangenartig gekrümmt, so bei einigen Individuen von *Castanidium Moseleyi* (Taf. XXXIX, Fig. 294). Da solche Exemplare stets neben zahlreichen anderen vorkommen, welche gerade Stacheln besitzen, so bezweifle ich nicht, daß man es hier nicht mit besonderen Arten, sondern nur mit abnormen, wenn auch allerdings durchaus lebensfähigen Individuen zu thun hat. In anderen Fällen sind die Stacheln mehr oder weniger verästelt (Taf. XXXV, Fig. 268—271), wobei, wie schon Haeckel bemerkt hat, eine eigentümliche Neigung zur Konkrescenz der Aeste hervortritt. Einige dieser Formen dürften sicher den Rang von Arten oder Unterarten haben.

Sehr häufig, und zwar bei den verschiedensten Arten, erscheinen, wie auch Haeckel erwähnt, die Radialstacheln hohl und von einem Achsenstrang durchzogen (Taf. XXXV, Fig. 269; Taf. XXXVIII, Fig. 291a, u. a.). Sie stimmen dann im Bau im wesentlichen mit den Radialstacheln der Aulosphäriden, Circoporiden und Tuscaroriden überein, mit welchen sie übrigens auch die Art und Weise, wie sie in die Gitterschale eingelassen sind, gemeinsam haben. Man kann nämlich sehr häufig, namentlich bei *Castanidium longispinum* und *Moseleyi*, beobachten, daß der in diesem Fall meist hohle und von einem Achsenfaden durchzogene Stachel durch eine scharfe Linie gegen die Schale, bezw. gegen den pyramidenförmig sich erhebenden Stachelsockel abgegrenzt ist (Taf. XXXVIII, Fig. 291a, u. a.), genau wie dies bei den Tuscarorenstacheln der Fall ist. Die Stacheln stellen also morphologisch selbständige Bildungen dar, ähnlich wie dies für die Radialstacheln der genannten drei Familien mit Sicherheit ausgesagt werden kann. Im Zusammenhang damit mag noch eine andere Beobachtung Erwähnung finden. Bei einem noch ganz weichhäutigen Exemplar von *Castanidium longispinum* aus der Antarktis (Taf. XL, Fig. 296) waren keine Nebendornen vorhanden, dagegen zeigten alle diejenigen Knoten-

punkte, welche nicht von Hauptstacheln besetzt waren, an ihrer Außenfläche kleine, scharf abgegrenzte, linsenförmige Einlagerungen von besonderem Färbungs- und Lichtbrechungsvermögen. Auch an diesen Gebilden, welche zweifellos die rudimentär gebliebenen Anlagen der Nebendornen darstellen, ist die scharfe, auf eine relativ unabhängige Entstehung hinweisende Abgrenzung gegen die Gitterschale bemerkenswert.

In seltenen Fällen bleiben sämtliche oder nahezu alle Stacheln rudimentär. So wies z. B. ein gleichfalls der Antarktis entstammendes Exemplar von *Castanidium variabile* (Taf. XXXVI, Fig. 277) mit Ausnahme einiger Pylomstacheln und verkümmerter Nebendornen an Stelle der Hauptstacheln und Nebendornen nur schwache höckerartige Erhebungen auf und Aehnliches war auch bei dem in Fig. 291 (Taf. XXXVIII) abgebildeten Exemplar von *Castanidium longispinum* zu beobachten. Derartige Abnormitäten bilden ein vollkommenes Seitenstück zu den gleichfalls stachellosen Aberrationen von *Cannosphaera antarctica* (Taf. XIV, Fig. 143).

Das durch seine Größe gegenüber den Schalenporen ausgezeichnete Pylom stellt in den meisten Fällen eine einfache, kreisförmige, am Rande von 1—3 Radialstacheln besetzte Durchbrechung der Schalenwandung dar. Nicht selten ist einer der dem Pylomrand aufsitzenden oder benachbarten Radialstacheln durch die oben erwähnte netzartige Oberflächenstruktur vor allen anderen Radialstacheln ausgezeichnet, so bei *Castanopsis cidaris* (Taf. XXXV, Fig. 270), *Castanissa valdiviae* (Taf. XXXV, Fig. 267), *Castanea globosa* (Taf. XXXVI, Fig. 280).

Bei *Castanissa valdiviae* (Taf. XXXV, Fig. 267) und ähnlich bei *Castanura echinus* (Taf. XXXV, Fig. 271) tritt zu dem in der Einzahl vorhandenen Pylomstachel noch ein Kranz von kürzeren, konischen Pylomzähnen hinzu, und bei der Gattung *Castanella* finden wir überhaupt keine Radialstacheln, sondern nur noch eine die Schalenöffnung umgebende Krone von meist mächtig entwickelten Pylomzähnen (Taf. XXXIV, Fig. 260—262).

Seltener ist der Pylomrand in anderer Weise differenziert, so findet sich z. B. bei *Castanissa Henseni* (Taf. XXXVI, Fig. 279) das Pylom von einer Anzahl abgerundeter Höcker umstellt, bei *Castanea amphora* (Taf. XXXVI, Fig. 278) dagegen erhebt sich der Pylomrand zu einem kragen- oder kraterförmigen Peristom über die Schalenoberfläche.

Entwickelung der Schale. An mehreren antarktischen Stationen (T.-St. 121, 135, 136, 142) wurden von der „Valdivia" jeweils einige Exemplare von *Castanidium variabile* und *longispinum* mit weichhäutiger, stark färbbarer Schale erbeutet. Bei einigen waren Radialstacheln und Nebendornen in den normalen Zahlen- und Größenverhältnissen als gleichfalls weichhäutige Fortsätze der Schalenwandung zur Ausbildung gelangt, in anderen Fällen waren die Nebendornen nur durch stumpfe Höcker (Taf. XXXVIII, Fig. 291) oder, wie bereits oben erwähnt wurde, durch linsenartige Auflagerungen der Knotenpunkte (Taf. XL, Fig. 296) vertreten. Bei einzelnen Exemplaren waren Tangentialnadeln deutlich zu erkennen (Taf. XXXVIII, Fig. 291), bei anderen waren nur in den Radialstacheln Spuren von Achsenfäden zu beobachten.

Man darf wohl in erster Linie daran denken, alle diese weichhäutigen Schalen als normale Entwickelungsstadien aufzufassen. Indessen liegt im Hinblick auf den später genauer zu besprechenden Umstand, daß neben denselben in den nämlichen Stationen allerlei Monstrositäten gefunden wurden, noch eine zweite Möglichkeit nahe, nämlich daß es sich hier um Skelette handelt, welche abnormerweise auf einem unter normalen Verhältnissen sehr rasch passierten Ent-

wickelungsstadium stehen geblieben waren, daß also sogenannte Entwickelungshemmungen vorliegen.

Neben diesen weichhäutigen Stadien fand sich eine zweite Gruppe von Individuen vor, bei welchen die Schale ebenfalls zum Teil eine weichhäutige, stark färbbare Beschaffenheit, daneben aber bereits auch kieselige Einlagerungen aufwies.

Im einfachsten Fall (Taf. XXXVIII, Fig. 292) tritt innerhalb jedes Balkens der Gitterschale ein hohler, opak und porös erscheinender, rötlichgelb sich färbender Kieselcylinder scharf hervor, dessen Achse mit derjenigen des Balkens zusammenfällt. In den Knotenpunkten der Schale ist die Wandung der 3 miteinander zusammenstoßenden Kieselcylinder beträchtlich verdickt, so daß der einzelne Kieselcylinder im optischen Durchschnitt ein sanduhrförmiges Aussehen besitzt. Jeder Balken der Kieselschale besteht demnach aus 3 konzentrischen Schichten: aus einer homogenen, nicht oder nur schwach färbbaren, mehr oder weniger verkieselten Grenzlamelle, welche im Umkreis der Poren als schmaler Saum erscheint, aus dem sanduhrförmigen, porösen Kieselcylinder und der färbbaren, noch nicht verkieselten Achsensubstanz, in welcher die axial gelegenen Tangentialnadeln gewöhnlich deutlich zu erkennen sind.

Die Substanz der Grenzlamelle und diejenige der Kieselcylinder weisen in optischer und tinktorischer Hinsicht einen ähnlichen Gegensatz auf, wie die zwei verschiedenen Kieselschichten bei unfertigen *Auloceros*- und *Aulokleptes*-Stacheln (vergl. Taf. XLIV), und es mag daher angezeigt sein, auch bei derartigen Castanellidenschalen von einer primären (hyalinen und wenig oder nicht färbbaren) Kieselrinde und einer sekundären (mehr oder weniger opaken oder porösen, färbbaren) Füllsubstanz zu sprechen, welch letztere in dem vorliegenden Fall zunächst in Gestalt von Hohlcylindern auftritt und erst später auch die Balkenachse ausfüllt.

Wiederholt fand ich dann auch Exemplare, bei welchen die sekundäre Füllmasse die centrale Achsensubstanz bereits nahezu vollständig verdrängt hatte (Taf. XL, Fig. 298), und andererseits solche, bei denen die Ablagerung der sekundären Füllsubstanz in mehr unregelmäßiger Weise vor sich gegangen war (Taf. XL, Fig. 299). Einige Fälle, in welchen sich die noch unverkieselte Achsensubstanz wie eine gerade Wagenspur durch einzelne Knotenpunkte hindurch erstreckt (Fig. 299a und b), sind besonders bemerkenswert, und zwar namentlich im Hinblick auf die große Aehnlichkeit, welche alle diese Bilder mit manchen abnormen, an Schienengeleise erinnernden Aulosphäridenskeletten zeigen (vergl. namentlich Taf. XLIV, Fig. 338). Man wird zu der Vermutung geführt, daß auch beim Aufbau der Castanelliden-Schale die Entwickelung der Balken ihren ersten Ausgangspunkt von geradlinigen Formelementen, nämlich von den (in unserem speciellen Fall bereits unsichtbar gewordenen) Achsen- oder Primitivnadeln nimmt.

Wie bei den anderen Tripyleen ist auch bei den Castanelliden das Material für eine vollständige entwickelungsgeschichtliche Untersuchung des Skelettes nicht ganz ausreichend. Wie schon oben angedeutet wurde, bin ich sogar im Zweifel, ob die hier beschriebenen Stadien wirklich als echte Entwickelungsstadien zu betrachten sind und ob sie nicht sämtlich mehr oder weniger in die Kategorie der „Entwickelungshemmungen" in dem mehrfach hervorgehobenen Sinne einzureihen sind. Zu Gunsten dieser Auffassung wird, wie bereits angedeutet wurde, vor allem das gleichzeitige Vorkommen von Monstrositäten aller Art angeführt werden können. Mehrere derselben haben bereits Erwähnung gefunden, so vor allem die stachellosen Formen (Taf. XXXVI, Fig. 277), sowie die unregelmäßig birnförmigen Exemplare mit seitlicher

Pylomöffnung (Taf. XL, Fig. 295) und solche mit mehreren Pylomöffnungen (Taf. XL, Fig. 395 a). Hier sei noch einiger anderer, nicht seltener Vorkommnisse Erwähnung gethan, welche ebenfalls an mehreren antarktischen Stationen angetroffen wurden: in erster Linie Exemplare von *Castanidium variabile* mit eigentümlich verbildeten und verkrüppelten Radialstacheln, von welchen einige ebenfalls deutliche Hinweise auf die relativ selbständige Entstehung der radialen Skelettelemente liefern (Taf. XXXVI, Fig. 275 u. 276), und ferner Exemplare derselben Art, welche, unterhalb der eigentlichen Gitterschale und mit derselben in mehrfachem Zusammenhang stehend, ein unregelmäßiges Flechtwerk, gleichsam eine zweite Gitterschale, aufweisen (Taf. XXXVIII, Fig. 289, und Taf. XL, Fig. 295a). Das gleichzeitige Vorkommen aller dieser Verbildungen läßt den Verdacht aufkommen, daß auch die weichhäutigen und unvollständig verkieselten Castanellidenschalen nicht ganz normaler Natur sind.

Wie dem aber auch sei, jedenfalls lassen sich aus allen diesen Vorkommnissen die wichtigsten Etappen im Entwickelungsverlauf der Castanellidenschalen mit Sicherheit entnehmen, und man wird, mag es sich hier um wirkliche Entwickelungsstadien oder um die verfrühte Sistierung eines komplexen, normalerweise stürmisch verlaufenden Entwickelungsprozesses handeln, als kaum zweifelhaftes Ergebnis hervorheben dürfen, daß auch die Schale der Castanelliden auf häutiger Grundlage entsteht. Durch die große Aehnlichkeit, welche einerseits die fertigen Strukturen, andererseits gewisse entwickelungsgeschichtlichen Bilder mit den bei den Aulosphäriden beobachteten Verhältnissen zeigen, sowie durch die verhältnismäßige Selbständigkeit der radialen Skelettelemente wird ferner wahrscheinlich gemacht, daß bei der Entstehung der Castanellenschale die nämlichen formbildenden Faktoren wirksam sind, wie bei der Bildung der Aulosphäridenschale, wenn es sich auch vielleicht bei ersterer noch mehr um ein Nebeneinander als um ein Nacheinander der einzelnen Prozesse (Abscheidung der Achsennadeln, Auftreten richtender Centren, Vakuolenbildung, successive Kieselablagerung) handelt.

Weichkörper. Der im Innern der Gitterschale gelegene Teil des Weichkörpers ist nahezu vollständig durch die große, aboral gelegene Centralkapsel und das Phäodium ausgefüllt (Taf. XXXVI, Fig. 274). Im lebenden Zustand ist, mindestens periodisch, auch außerhalb der Gitterschale eine ansehnliche Calymma-Schicht vorhanden, wenigstens habe ich in vielen Fällen größere oder kleinere Abschnitte einer über die Stachelspitzen ausgespannten extrakalymmalen Sarkodehaut in vorzüglichem Erhaltungszustand angetroffen, so z. B. bei *Castanidium Murrayi* (Taf. XXXVI, Fig. 274). Es zeigen diese Befunde, daß auch bei den Castanelliden die Radialstacheln in erster Linie die Funktion von Trägern oder Stützapparaten haben.

Das Phäodium zeigt die nämliche Zusammensetzung, wie dasjenige der Aulacanthiden. In verhältnismäßig geringer Zahl fanden sich die Kieselgehäuse der Diatomeen. Bezüglich der Färbung der Phäodellen im lebenden Material stehen mir keine Notizen oder Zeichnungen zur Verfügung.

Die Centralkapsel ist außerhalb der Teilungsperioden in der Einzahl vorhanden. Sie hat im allgemeinen eine ellipsoidische Gestalt, nur die der Schalenwandung angelagerte Parapylarseite zeigt vielfach, ähnlich wie bei den Tuscaroren und anderen Tripyleen, eine leichte Abplattung oder wenigstens eine andere Wölbung als die Astropylenseite. Außer der schon von Haeckel beschriebenen Astropyle fanden sich auf Schnitten bei mehreren Exemplaren von

Castanidium variabile regelmäßig zwei Parapylen in der gewöhnlichen Form und Anordnung vor. Die Angaben HAECKEL's, welcher keine Parapylen vorfand, bedürfen also einer Ergänzung in der Richtung, daß auch die Castanelliden echte Tripyleen sind.

Der Kern hat im ganzen eine ellipsoidische Gestalt. Diejenigen Kerne, welche auf Grund der bei anderen Objekten gemachten Erfahrungen als die „am besten" konservierten zu bezeichnen sind, entstammen dem mit Sublimat-Alkohol oder Chromosmium-Essigsäure fixierten Material und weisen ungefähr die Struktur der „feinfädigen" Aulacanthidenkerne auf (vergl. S. 22, Textfig. 3): Der ganze Kernraum erscheint auf Schnitten nahezu gleichmäßig von dunkel färbbaren Fäden von cylindrischer Gestalt durchzogen, welche in einzelnen Kernen mehr den Eindruck von kürzeren Stäbchen oder Schleifen machen, in anderen wenigstens in der Mehrzahl Teilstücke von längeren Strängen darstellen. Im ersteren Falle läßt sich in der Längsachse der Fäden eine hellere Linie beobachten, welche wohl als erste Andeutung einer Längsspaltung anzusehen ist. Ausgesprochene Doppelstäbchen oder Doppelfäden mit umeinander gedrehten Spalthälften habe ich in keinem der Kerne getroffen. Zwischen den Stäbchen oder Strängen fanden sich auch gröbere, unregelmäßig geformte, vakuolisierte Schollen vor, welche den „Binnenkörpern" der Aulacanthidenkerne entsprechen, jedoch war in den meisten Fällen schwer zu entscheiden, ob nicht Verwechslungen mit Fadenquerschnitten vorlagen. Auch die als „Fetträubchen" vorläufig gedeuteten Ansammlungen kleinster Kügelchen wurden regelmäßig angetroffen.

Im Sublimatmaterial zeigten die Kerne meist eine weniger gute Konservierung. Gewöhnlich war die färbbare Substanz zu einem spongiösen Gerüstwerk verschmolzen.

Nicht selten wurden innerhalb einer Centralkapsel zwei meist dicht nebeneinander gelagerte Kerne in der für die dicystinen Aulacanthiden beschriebenen Weise angetroffen. Einige von solchen Centralkapseln angefertigte Schnittserien wiesen leider einen ungenügenden Erhaltungszustand der Kerne auf. In einem Falle konnten an einer solchen zweikernigen Centralkapsel 2 Parapylen festgestellt werden.

Verhältnismäßig selten wurden Individuen mit zwei Centralkapseln angetroffen. In dem in Taf. XLI, Fig. 300 dargestellten Falle sind die Kerne der beiden Centralkapseln bereits wieder in mitotischer Teilung begriffen, und zwar befinden sie sich beide in dem von BORGERT (1900, Taf. XV, Fig. 12; Taf. XVI, Fig. 26; Taf. XVIII, Fig. 35 und 36) beschriebenen und abgebildeten Dyasterstadium.

Ohne mich an dieser Stelle auf die genaueren Verhältnisse der Mitose der Radiolarien einzulassen, will ich nur darauf hinweisen, daß die Teilung in beiden Centralkapseln (im Gegensatz zu der bei den Aulacanthiden beobachteten Regel) synchron verläuft, daß auch hier, wie bei *Aulacantha*, die Aequatorialebene die Fläche der Astropyle unter einem spitzen Winkel schneidet, und endlich daß, ebenfalls wie bei *Aulacantha*, die Chromosomen überwiegend die Gestalt von gestreckten, am polaren Ende vielfach hakenförmige gekrümmten Fäden haben.

BORGERT (l. c. S. 241) giebt bezüglich der Zahl der Chromosomen von *Aulacantha* an, daß „die Zahl 1000 auf jeden Fall noch bedeutend zu niedrig gegriffen sein dürfte". Auf dem hier beschriebenen Präparate von *Castanidium* war in einer der beiden Centralkapseln die eine Tochterplatte nahezu vollkommen quer getroffen, und die vorzügliche Konservierung erlaubte eine genaue Zeichnung und Zählung der Chromosomen. Die Zahl betrug etwa 1500, dürfte

aber, da möglicherweise doch kleinere Randpartien fehlen und da in zweifelhaften Fällen bei dichter Aneinanderlagerung einzelner Chromosomen eher zu wenig als zu viel gerechnet wurden, in Wirklichkeit ebenfalls höher, also auf 1500—1600, anzuschlagen sein.

Nach Ansicht von BORGERT stellen bei *Aulacantha* die im Dyasterstadium auseinanderweichenden Chromosomen nicht die durch den ersten Längsspaltungsprozeß gebildeten Spalthälften dar. Ich halte indessen, wie ich an dieser Stelle nur kurz andeuten will, die von BORGERT angeführten Gründe nicht für zwingend und möchte auf Grund eines Vergleiches mit allen mir bekannten tierischen und pflanzlichen Objekten mich doch der Ansicht zuneigen, daß es sich bei den beschriebenen Teilungen um eine Verteilung nach dem ersten Längsspalt handle. Auf mehreren Schnitten sah ich zwischen den auseinanderweichenden Tochtergruppen, also in der Aequatorialebene der Teilungsfigur, Doppelstäbchen ähnlich denjenigen, welche man in den Prophasen der Aulacanthidenkerne beobachtet (Fig. 300, unterer Kern, unteres Drittel). Ich glaube, daß diese Doppelstäbchen Elemente darstellen, welche in ähnlicher Weise, wie dies bei zahlreichen anderen Objekten hie und da zu sehen ist, bezüglich der Metaphase, d. h. der dicentrischen Wanderung der Tochterchromosomen, zurückgeblieben sind. Nicht selten sieht man an den Tochterstäbchen oder „primären" Spalthälften dieser zurückgebliebenen Chromosomen selbst wieder eine feine helle Linie oder Vakuolenreihe, welche offenbar der von BORGERT beschriebenen „zweiten Längsspaltung" entspricht und wahrscheinlich dieselbe Erscheinung ist, die man auch an den Chromosomen der Tochterplatten, und zwar besonders in den Randpartien der letzteren, nicht selten beobachten kann.

Besondere Vorkommnisse. An mehreren Stationen des Atlantik (T.-St. 22, 41, 49, 85 u. a.) wurden zahlreiche Individuen von verschiedenen Castanelliden gefunden, bei welchen an einem oder mehreren Radialstacheln ein Paket von Copepoden-Eiern, meist 2—5 Stück, angeklebt waren (vergl. Taf. XXXVI, Fig. 273). Es handelte sich um Individuen von *Castanea amphora*, *Castanidium variabile*, *longispinum* und *sol* und *Castanissa valdiviae*. Diese Funde sind so häufig, und die Eier stimmen hinsichtlich ihrer Größe so genau miteinander überein, daß ich der Annahme zuneige, es möchte sich weniger um eine zufällige, während des Heraufziehens des Netzes entstandene Verbindung, als um ein regelmäßiges Vorkommnis handeln. Man könnte sich wenigstens denken, daß gewisse Copepoden ihre Eier an die Radialstacheln der Castanelliden anheften, um dieselben auf diese Weise vor dem Herabsinken in Schichten mit ungünstigen Lebensbedingungen zu schützen. Gegen diese Vermutung kann allerdings der Umstand angeführt werden, daß in einigen der betreffenden Stationen die Castanellidenschalen vielfach auch mit anderen Fremdkörpern, insbesondere mit Teilstücken von *Collosphaera*-Kolonien, behaftet waren, also mit Organismen, mit welchen sie doch wohl nur in einem künstlichen Zusammenhang stehen.

Horizontalverbreitung. Mehrere Arten dürfen als kosmopolitisch und eurytherm bezeichnet werden, so die beiden Kollektivarten *Castanidium variabile* und *longispinum*, sowie *Castanella Sloggetti*. Erstere beiden lassen allerdings gewisse regionale Verschiedenheiten erkennen, insbesondere weichen die meisten antarktischen Exemplare in mehreren Punkten vom Typus ab.

Als atlantisch-indische, ausgesprochene Warmwasserformen sind zu betrachten: *Castanea globosa*, *C. Henseni* und vielleicht auch *C. amphora*, ferner *Castanidium variabile*

vulgatissimum, Castanidium sol, Castanidium Murrayi, Castanidium Moseleyi, Castanissa valdiviae, Castanella Thomsoni, Castanarium Hookeri.

Der durch eine Reihe besonderer Formen ausgezeichnete südöstliche Abschnitt des Indik (T.-St. 172—175) beherbergt auch eine Reihe markanter Erscheinungen aus der Familie der Castanelliden, so *Castanella Wyvillei* (Taf. XXXIV, Fig. 263; sonst nur aus dem nördlichen Pacifik bekannt), *Castanarium favosum* (Taf. XXXIV, Fig. 258), *Circocastanea margarita* (Taf. XXXIV, Fig. 265).

Bipolare Kaltwasserformen sind *Castanidium Apsteini* und wahrscheinlich *Castanidium variabile antarcticum.* Bisher nur in der Antarktis wurden gefunden: *Castanopsis fragilis* und *Castanarium antarcticum.* Als bemerkenswert möge auch hier nochmals hervorgehoben werden, daß speciell von *Castanidium variabile* und *longispinum* in der Antarktis zahlreiche Abnormitäten und Monstrositäten angetroffen wurden, in ähnlicher Weise, wie dies für andere Tripyleen *(Sagenoscena, Aulospathis)* gilt.

Vertikalverbreitung. Die obersten Schichten (Zone des Phaoplanktons, 0—50 m) dürften nach den bisherigen Ergebnissen keine Castanelliden beherbergen. Dagegen kommen die Castanelliden in sehr beträchtlicher Anzahl in der Schicht des Knephoplanktons (50—400 m) und Skotoplanktons (400—1500 m), zum Teil auch noch in der Schicht des Nyktoplanktons (1500—5000 m) vor.

Vorwiegend knephoplanktonisch dürften nach dem vorliegenden Materiale sein: *Castanea globosa* und *amphora, Castanidium longispinum, sol* und *Murrayi, Castanopsis fragilis.*

Während das Vorkommen der mit verhältnismäßig langen Radialstacheln bewehrten Formen *Castanidium longispinum* und *sol* in den höheren Schichten mit den bei anderen Tripyleen bestehenden Beziehungen zwischen Organisation und Medium in gutem Einklang steht, ist es auffallend, daß auch die zu den größten Castanelliden gehörenden Formen der Gattung *Castanea* allem Anschein nach die Schicht des Knephoplanktons oder wenigstens deren tiefere Etagen bewohnen, und daß sie also nicht, wie nach ihrer Größe vermutet werden könnte, ausgesprochene Tiefenformen sind.

Knepho-skotoplanktonisch scheinen zu sein: *Castanissa valdiviae* und *Castanella Thomsoni.*

Als skotoplanktonisch sind zu betrachten: *Castanea Henseni, Castanidium Apsteini, Castanella Sloggetti, Castanarium Hookeri* und *antarcticum,* vielleicht auch *Castanidium Moseleyi.*

Skoto-nyktoplanktonisch ist offenbar *Castanidium variabile fenestratum,* während *Castanidium variabile vulgatissimum* als nahezu pamplanktonisch bezeichnet werden kann.

Systematik. HAECKEL hat folgende Gattungen unterschieden:

Hauptstacheln fehlen		Mund glatt	*Castanarium*
		Mund gezähnelt	*Castanella*
Sowohl Nebendornen als Hauptstacheln sind vorhanden	Hauptstacheln einfach	Mund glatt	*Castanidium*
		Mund gezähnelt	*Castanissa*
	Hauptstacheln verzweigt	Mund glatt	*Castanopsis*
		Mund gezähnelt	*Castanura*

Mit Bezug auf das von HAECKEL vorgeschlagene System ist zu bemerken, daß der Gegensatz zwischen den Formen ohne und mit Hauptstacheln in der That einen natürlichen Ausgangspunkt für die Einteilung der Castanelliden bildet. Wenigstens lassen sich alle Formen zwanglos

in einer Reihe anordnen, in welcher die Gattungen *Castanarium* und *Castanella* (Taf. XXXIV) mit einem gleichmäßigen Besatz von Nebendornen das eine, die Arten *Castanidium sol, longispinum, Moseleyi* u. a. (Taf. XXXIX u. a.) mit mächtigen Hauptstacheln und vielfach großenteils reduzierten Nebendornen das andere Ende bilden. Bei ersteren haben die radiären Skelettelemente vorwiegend die Bedeutung eines Stützapparates, bei letzteren gleichzeitig die eines Schwebeapparates, und es tritt also auch hier die von anderen Tripyleen, insbesondere den Aulacanthiden und Aulosphäriden her bekannte doppelte Funktion der Skelettstrukturen zu Tage. In morphologischer und funktioneller Hinsicht ist der erstere Typus als der primitivere zu betrachten. Ob durch Voranstellung desselben auch das stammesgeschichtliche Verhältnis in richtiger Weise zum Ausdruck kommt, mag dahingestellt bleiben.

Was die anderen Hauptkriterien des HAECKEL'schen Systems, die Beschaffenheit des Pyloms und die Verzweigung bezw. einfache Gestaltung der Radialstacheln anbelangt, so können dieselben nur mit Vorsicht eine systematische Verwertung finden. Denn sowohl die Ausstattung mit besonders differenzierten Pylomzähnen, als auch die Verästelung der Radialstacheln tritt bei Formen von recht verschiedenem Gesamthabitus auf. Es mag hier nur darauf hingewiesen werden, daß eine Bezahnung des Pyloms ebensogut bei der stachellosen Gattung *Castanella* (Taf. XXXIV, Fig. 260—262), als bei einigen mit wohldifferenzierten, mächtigen Hauptstacheln ausgestatteten Formen der Gattungen *Castanissa* (Taf. XXXV, Fig. 267, sowie HAECKEL, Rep., Taf. CXIII, Fig. 1) und *Castanura* (Taf. XXXV, Fig. 271) vorkommt, und daß andererseits eine Verzweigung der Stacheln nicht bloß bei zarten, weitmaschigen (Taf. XXXV, Fig. 268), sondern auch bei derbschaligen, kleinporigen Formen (Taf. XXXV, Fig. 270 u. 271) beobachtet werden kann. Im ganzen möchte ich glauben, daß die Bewaffnung des Pylomrandes allerdings einen mehr konstanten, die Beschaffenheit der Stachelenden dagegen einen mehr fluktuierenden Charakter besitzt, und daß also das erstere Merkmal und nicht, wie dies in der HAECKEL'schen Einteilung zum Ausdruck kommt, das letztere in systematischer Hinsicht in den Vordergrund zu treten hat.

Ebenso wie diese Merkmale, so treten auch manche andere bei Formen von sehr verschiedenem Habitus als Konvergenzbildungen auf, wie denn überhaupt die der Familie der Castanelliden zur Verfügung stehenden Charaktere in fast allen nur denkbaren Kombinationen miteinander verbunden sein können, in ähnlicher Weise, wie dies z. B. für die Gattung *Aulospathis* und für die Tuscaroren gilt (vergl. 1904, S. 142 u. a. a. O.). Es sei z. B. hier nochmals an das erinnert, was über das Vorkommen von skulpturierten Radialstacheln, insbesondere eines strukturell ausgezeichneten Pylomstachels bei sehr verschiedenartigen Formen gesagt worden ist, und ebenso an die mehrfach auftretende Neigung zu polarer Differenzierung der Schale.

Wenn man mit Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse den Versuch macht, unter Heranziehung nicht bloß einzelner Merkmale, sondern des ganzen Habitus die Castanelliden zu klassifizieren, so gelangt man schließlich zu einer Einteilung, welche in einigen Punkten, namentlich was die Definition der Gattungen anbelangt, von der HAECKEL'schen abweicht.

An den Anfang würde nach dem Obigen die Gattung *Castanarium* zu stellen sein, und zwar bilden diejenigen Formen, bei welchen in den Knotenpunkten nicht bloß ein, sondern

mehrere Nebendornen stehen (Taf. XXXIV, Fig. 256), und andererseits diejenigen, bei welchen die Poren von mächtig hervortretenden polygonalen Rahmen umfaßt sind (Taf. XXXIV, Fig. 258), besonders specialisierte Gruppen.

An die Gattung *Castanarium* ist nach dem Vorgang Haeckel's die Gattung *Castanella* anzuschließen, bei welcher ebenfalls noch keine Differenzierung von Hauptstacheln vorliegt, dagegen die den Pylomrand besetzenden Radialelemente zu kräftigen, konischen Zähnen umgewandelt sind (Taf. XXXIV, Fig. 260—262).

Die mir vorliegenden Formen der Gattung *Castanissa* mit Pylomzähnen und wohlausgebildeten Hauptstacheln (Taf. XXXV, Fig. 267) bilden eine natürliche Brücke, welche einerseits zur Gattung *Castanura* mit Pylomzähnen und verzweigten Hauptstacheln (Taf. XXXV, Fig. 274), andererseits zur Gattung *Castanidium* ohne Pylomzähne und mit einfachen Hauptstacheln (Taf. XXXVI u. a.) herüberführt. Für letztere Gattung ist als charakteristisches und konstantes Merkmal noch hervorzuheben, daß der Pylomrand mit 1—3, seltener mehr Hauptstacheln besetzt ist.

Eine, wie ich glaube, künstliche Gruppe bildet die Gattung *Castanopsis*, in welcher vorläufig mehrere Formen ohne besondere Pylombewaffnung und mit verzweigten Hauptstacheln zusammengefaßt sind. Einige dieser Formen, wie *Castanopsis cidaris* (Taf. XXXV, Fig. 270) und wahrscheinlich *C. macleari* Haeckel, zeigen sehr enge Beziehungen zu *Castanissa valdiviae* (Fig. 267) und namentlich zu *Castanura echinus* (Fig. 271), andere, wie *Castanopsis fragilis* (Fig. 268) schließen sich unmittelbar an *Castanidium longispinum* (Taf. XXXVII, Fig. 285) an. Eine genauere Kenntnis aller dieser Formen wird wohl zu einer Aufteilung, bezw. schärferen Umgrenzung dieser Gattung führen.

Als eine besondere Gruppe grenze ich noch einige kugelige, einen ganz charakteristischen Habitus aufweisende Riesenformen ohne Pylomzähne und mit meist schwach entwickelten Hauptstacheln unter der Gattungsbezeichnung *Castanea* (Taf. XXXVI, Fig. 278—280) ab, und endlich sehe ich mich veranlaßt, für eine südindische, leider nur in einem Exemplar vorliegende Form eine neue Gattung *Circocastanea* (Taf. XXXIV, Fig. 265) aufzustellen. Ich kann mir nach den Thatsachen, die bezüglich der Ontogenese des Castanellidenskelettes vorliegen, nicht denken, daß es sich bei dieser letzteren Form nur um eine individuelle Abnormität handelt, vielmehr weist schon die regelmäßige Gruppierung der gewöhnlichen Poren und der eigentümlichen, die Nebendornen umgebenden Porenkränze darauf hin, daß man es mit einem besonderen, allen anderen Castanelliden selbständig gegenüberstehenden Typus zu thun hat. Ich halte es für angezeigt, diesen Verschiedenheiten durch Aufstellung einer besonderen Unterfamilie (Circocastanellinae) Rechnung zu tragen.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich folgende revidierte Bestimmungstabelle:

A. Schale von gewöhnlichen Poren und einer Pylomöffnung durchbrochen (Eucastanellinae).

Besonders differenzierte Hauptstacheln fehlen. Die radialen Skelettelemente haben überwiegend die Bedeutung eines Stützapparates	Pylomöffnung ohne besonders differenzierte Pylomzähne	1. Gattung *Castanarium* Haeckel
	Pylomöffnung mit Pylomzähnen	2. Gattung *Castanella* Haeckel.

Differenzierung der radialen Skelettelemente in Nebendornen und Hauptstacheln. Letztere übernehmen die Funktion eines Schwebeapparates	Pylomöffnung mit Pylomzähnen, zuweilen außerdem mit einem Hauptstachel ausgestattet	Hauptstacheln einfach:	3. Gattung *Castanissa* HAECKEL
		Hauptstacheln verzweigt:	4. Gattung *Castanura* HAECKEL
	Pylomöffnung ohne Pylomzähne, meist mit 1—3 Hauptstacheln besetzt	Hauptstacheln einfach:	5. Gattung *Castanidium* HAECKEL
		Hauptstacheln verzweigt:	6. Gattung *Castanopsis* HAECKEL
	Pylomöffnung anders gestaltet: ohne Randgebilde oder mit stumpfen Höckern oder mit kraterförmigem Peristom		7. Gattung *Castanea* n. g.

B. Schale, von gewöhnlichen Poren und einer Pylomöffnung durchbrochen, im Umkreis der Nebendornen je ein Kranz von 4—7 Porenräumen *(Circocastanellinae)*. 8. Gattung *Circocastanea* n. g.

1. Unterfamilie: Eucastanellinae. Castanelliden mit gewöhnlichen Poren.

1. Gattung. *Castanarium* HAECKEL.

„Castanelliden ohne radiale Hauptstacheln, mit einem einfachen glatten Munde" (HAECKEL).

3 von den 5 HAECKEL'schen Arten, sowie sämtliche mir vorliegenden Exemplare sind durch den Besitz von mehr oder weniger, zum Teil mächtig entwickelten fünf- und sechseckigen Porenrahmen ausgezeichnet.

In Bezug auf die Stacheln giebt HAECKEL an, daß dieselben ein Drittel oder halb so lang als der Schalenradius, bezw. zweimal so lang als der Durchmesser einer Pore seien. BORGERT erwähnt, daß bei *C. Schütti* die Radialstacheln etwa so lang wie der Durchmesser der Poren seien. An sämtlichen mir vorliegenden Exemplaren waren alle oder wenigstens die größeren Stacheln abgebrochen, so daß ich nur so viel sagen kann, daß dieselben sämtlich ungefähr die nämliche Dicke haben und daß, im Gegensatz zu allen anderen Castanelliden, die Stacheln vielfach zu mehreren in einem Knotenpunkt stehen.

Die Pylomöffnung ist meist von einer Anzahl von Stacheln umstellt, welche die Knotenpunkte der angrenzenden Poren einnehmen und sich von den übrigen Stacheln nicht unterscheiden.

Die zahlreichen mir vorliegenden Exemplare gehören drei Formenkreisen an, die vorläufig, da sie in verschiedenen Meeresgebieten vorgefunden wurden, als besondere Arten zu betrachten sind.

Castanarium Hookeri HAECKEL.

Taf. XXXIV, Fig. 256 u. 257.

Castanarium hookeri HAECKEL, 1887, S. 1682; ? *Castanarium schütti* BORGERT, 1903, S. 750.

Schale kugelig, derbwandig, gelblich.

Poren rund, von ziemlich ungleicher Größe, im Durchschnitt etwa zweimal so groß als die Balkenbreite, von gratartig zugeschärften, fünf- oder sechseckigen Rahmen umgeben.

Pylomöffnung kaum zweimal so weit als die größeren Poren, von zahlreichen gewöhnlichen Stacheln umstellt.

Radialstacheln (nach HAECKEL ein Drittel so lang als der Radius, nach BORGERT so lang wie der Porendurchmesser) vielfach zu zweien und dreien den Knotenpunkten aufsitzend.

Durchmesser 0,75—0,9 mm, nach Haeckel 0,55, nach Borgert 0,8 mm.

Fundorte: Indischer Ocean, Cocos-Inseln (Haeckel); Guineastrom (700—900 m, Borgert); T.-St. 49 (Südäquatorialstrom, V.), 214 (nördlicher Indik, V.), 227 (nördlicher Indik, Schl.-N. 1000—800), 229 (nördlicher Indik, Schl.-N. 1000—800).

Verbreitung. Anscheinend Warmwasserform und Bewohnerin der Tuscarorenschicht (400—1000).

C. favosum n. sp.

(*favosus* wabig.)

Taf. XXXIV, Fig. 258.

Schale kugelig, sehr derbwandig und gelblich.

Poren rundlich, von ungleicher Größe, so groß oder kleiner als die Balkenbreite, von mächtig entwickelten, fünf- oder sechseckigen Rahmen umgeben. Die Poren erscheinen so als Löcher am Grunde eines tiefen Trichters.

Stacheln bei sämtlichen Exemplaren abgebrochen, in der Einzahl die Knotenpunkte besetzend, seltener auch die Mitte der Leisten.

Durchmesser 0,65—0,7 mm.

Fundorte: T.-St. 174 u. 175 (indischer Südäquatorialstrom, V., mehrere Exemplare).

Verbreitung. Anscheinend auf das auch durch andere Eigentümlichkeiten charakterisierte Gebiet des indischen Südäquatorialstromes beschränkt.

C. antarcticum n. sp.

Taf. XXXIV, Fig. 259.

Von der zuerst erwähnten Form durch die sehr verschiedene und durchschnittlich viel beträchtlichere Porenweite (Poren 2—4mal so groß als die Balkenbreite), durch die geringere Zahl der Stacheln (in jedem Knotenpunkt nur ein Stachel) und die flachere Beschaffenheit der Rahmen gekennzeichnet.

Durchmesser 0,55—0,85 mm.

Fundorte: T.-St. 117 (Benguelastrom, V.), 121 (Antarktis, Schl.-N. 500—300), 136 (Antarktis, Schl.-N. 700—400).

2. Gattung. *Castanella* Haeckel.

„Castanelliden ohne radiale Hauptstacheln, mit gezähneltem Mund" (Haeckel).

In dieser Gattung können in Anlehnung an Haeckel alle diejenigen Formen zusammengefaßt werden, bei welchen die Pylomöffnung von einem Kranze von besonders differenzierten Zähnen umgeben, also nicht in der für die Gattung *Castanidium* giltigen Weise mit einem oder mehreren Hauptstacheln besetzt ist.

In der Regel ist die ganze Schale von einem gleichmäßigen Mantel von Nebendornen bedeckt („ohne radiale Hauptstacheln"). Zuweilen tritt eine polare Differenzierung insofern hervor, als die Nebendornen gegen die Pylomöffnung zu etwas größer werden.

Mit den folgenden Gattungen *Castanidium* und *Castanissa* ist die Gattung *Castanella* durch *Castanissa pseudocastanella* verbunden, welche noch die charakteristische Pylombezahnung

von *Castanella* aufweist, aber bereits einige Hauptstacheln besitzt. Andererseits weist die südindische Form von *Castanella Wyvillei* (Taf. XXXIV, Fig. 263) hinsichtlich der deutlichen Umrahmung der Poren und der derben Beschaffenheit der Nebendornen auch auf die Gattung *Castanarium* hin.

Castanella Thomsoni Haeckel.

Taf. XXXIV, Fig. 262.

Castanella thomsoni Haeckel, 1887, S. 1683.

Schale kugelig, meist derb und gelblich.

Poren rundlich, ziemlich gleichmäßig, meist nur etwa 1—1½mal, seltener 2mal so weit, als die glatten oder nur mit schwachen Leisten versehenen Balken breit sind (es kommen nebeneinander beide Formen vor).

Pylomöffnung verhältnismäßig klein, bei den atlantischen Formen meist von vier kräftigen, kreuzweise gestellten Zähnen besetzt. Nicht selten treten auch, namentlich bei indischen Exemplaren, 5 oder 6 große Zähne auf, wozu noch ein rudimentärer kommen kann.

Nebendornen zahlreich, einen dichten, gleichmäßigen Mantel bildend, 2—3mal so lang, als die Poren weit sind (nach Haeckel ungefähr so lang als der Porendurchmesser), gegen die Pylomöffnung zu vielfach merklich verlängert.

Durchmesser der Schale 0,8—1,05 mm (nach Haeckel 0,7—0,8 mm).

Die vorliegende Form stimmt, abgesehen von der Länge der (bei den Haeckel'schen Originalexemplaren vielleicht abgebrochenen) Nebendornen sehr gut mit *Castanella Thomsoni* überein.

Fundorte: Ch.-St. 295—298 (südlicher Pacifik, Haeckel), T.-St. 41 (Guineastrom, V.), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 55 (Guineastrom, V. 600), 66 (Golf von Guinea, V.), 112 (Agulhasbank, V.), 182 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 217 (nördlicher Indik, V.), 229 (nördlicher Indik, Schl.-N. 600—400, 400—200), 236 (nördlicher Indik, Schl.-N. 2600—2300, leere Schalen).

Verbreitung. Anscheinend Warmwasserform und Bewohnerin der zwischen 200 und 600 gelegenen Schichten (Challengeriden- und Tuscarorenschicht).

C. Sloggetti Haeckel.

Taf. XXXIV, Fig. 260, 261.

Castanella sloggetti Haeckel, 1887, S. 1683; Borgert, 1903, S. 750.

Schale kugelig, sehr derb, gelblich (Typ. A, Fig. 261) bis birnförmig, dünnwandig, farblos (Typ. B, Fig. 260).

Poren rundlich, ziemlich gleichmäßig, ungefähr zweimal so breit als die Balken, nicht von Rahmen umgeben.

Pylomöffnung verhältnismäßig groß, von einem Kranz von fünf bis elf bald kräftigen, bald schlanken Pylomzähnen umgeben.

Nebendornen ziemlich gleichmäßig, verhältnismäßig derb, ungefähr 3mal so lang als die Porenweite.

Schalendurchmesser 0,45—0,6 mm (nach Haeckel 0,3—0,36, nach Borgert 0,5 mm).

Diese Form stimmt mit Haeckel's *Castanella sloggetti* sehr gut überein. Sie tritt in verschiedenen Varianten auf, von denen eine in den wärmeren Gebieten heimische durch die

kugelige derbwandige und gelbliche Schale und die vielfach unverhältnismäßig derben und kräftigen Pylomzähne ausgezeichnet ist (Typ. A, *C. Sloggetti atlantica*, Fig. 261), während das andere Extrem eine in der Antarktis vorkommende Form bildet (Typ. B, *C. Sloggetti antarctica*, Fig. 260). Dieselbe besitzt eine meist größere, zur Birnenform neigende, dünnwandige, farblose Schale — lauter Eigenschaften, in welchen sich eine auffällige Konvergenz zu *Castanidium variabile antarcticum* (Taf. XXXVII, Fig. 283) zu erkennen giebt — und die verhältnismäßig langen dünnen Pylomzähne sind vielfach an ihrer Basis durch Anastomosen verbunden und besitzen höcker- oder dornenförmige Apophysen.

Fundorte: Ch.-St. 347—349 (tropischer Atlantik, HAECKEL); Guineastom (BORGERT);

Typ. A: T.-St. 44, 54, 55 (Guineastrom, V.), 66 (Golf von Guinea, V.), 90 (Benguelastrom, V.), 174 (südlicher Indik, V.):

Typ. B: T.-St. 117 (Benguelastrom, V.), 120 (Westwindtrift, Schl.-N. 1500—1000, zahlreich), 136 (Antarktis, Schl.-N. 1500—900), 139 (Antarktis, V.).

Verbreitung. Weit verbreitete, offenbar skotoplanktonische Kühlwasserform.

C. Wyvillei HAECKEL.

Taf. XXXIV, Fig. 263.

Castanella wyvillei HAECKEL, 1887, S. 1683, Taf. CXIII, Fig. 6.

Schale kugelig, derbwandig, gelblich.

Poren rundlich, 1½—3 so weit als die Balkenbreite, von kräftig ausgebildeten penta- und hexagonalen Rahmen umgeben.

Pylomöffnung von 5—6 Pylomzähnen umgeben, welche 1½—2mal so lang als die längsten Nebendornen sind.

Nebendornen sehr zahlreich, von ungleicher Größe, im ganzen polar differenziert, diejenigen der Pylomgegend bis viermal so lang als die Porenweite.

Schalendurchmesser 0,7—0,9 mm (nach HAECKEL 0,5—0,7 mm).

Die mir vorliegenden Exemplare stimmen bezüglich der meisten Charaktere recht gut mit der HAECKEL'schen Beschreibung überein. Nur die polare Differenzierung der Nebendornen ist bei HAECKEL nicht erwähnt.

Sehr deutlich treten ferner bei meinen Exemplaren die in den Balken gelegenen, sowie die in die Dornen eintretenden Achsenfäden hervor.

Fundorte: Ch.-St. 252—256 (nördlicher Pacifik, HAECKEL); T.-St. 172 (südlicher Indik, V. 1850—1000), 179 (südlicher Indik, V.).

3. Gattung. *Castanissa* HAECKEL.

„Castanelliden mit einfachen radialen Hauptstacheln und einem gezähnelten Mund" (HAECKEL).

HAECKEL beschreibt 6 hierher gehörige Formen, von welchen 3 aus dem Atlantik, 3 aus dem Pacifik stammen. Bei allen trägt der Mund eine Krone von kräftigen oder schlanken Zähnen, deren Zahl mindestens 5, bei *C. challengeri* sogar 12—16 beträgt. Bei der

einen mir vorliegenden, namentlich im tropischen Atlantik sehr häufig vorkommenden Form (Taf. XXXV, Fig. 267) ist die Zahl der Zähne meist eine geringere und beträgt in der Regel nur 3—5. Neben diesen eigentlichen Pylomzähnen ist aber der Mundrand stets mit 1—3 Hauptstacheln besetzt, so daß die hier beschriebene Form, was die Bewaffnung des Pyloms anbelangt, einen Uebergang zwischen den Gattungen *Castanidium* und *Castanella* bildet.

Castanissa valdiviae n. sp.

Taf. XXXV, Fig. 267.

Castanissa valdiviae V. Haecker, 1906a, Fig. 1.

Schale kugelig, derb und gelblich.

Poren rundlich, von ziemlich gleicher Größe, 1½—2mal so groß als die Balkenbreite, nicht von Leisten umrahmt.

Pylom verhältnismäßig klein; sein Rand von 3—5 derben Zähnen und 1—3 Hauptstacheln besetzt.

Radialstacheln gerade, glatt, ziemlich stämmig, etwas länger als der Radius. Zuweilen zeigt einer der Mundstacheln eine netzartige Skulptur.

Nebendornen gleichförmig, fein, 2—3mal so lang als die Porenweite, nahezu alle Knotenpunkte besetzend.

Schalendurchmesser 0,65—1,00 mm.

Diese Form ist durch die kugelige Gestalt, durch die doppelte Bewaffnung des Pylomrandes und die verhältnismäßig derben Stacheln gut charakterisiert, namentlich gegenüber dem an den nämlichen Orten verbreiteten *Castanidium variabile vulgatissimum* (Taf. XXXVII, Fig. 284). Bemerkenswert ist, daß auch bei dieser Form, wie bei manchen anderen Castanelliden, einer der Mundstacheln eine netzartige Skulptur besitzt.

Fundorte: T.-St. 32 (Canarische Strömung, V.), 41 (Guineastrom, V.), 49 (Südäquatorialstrom, V., häufig), 55 (Guineastrom, V. 600, häufig), 66 (Golf von Guinea, Schl.-N. 500—250, häufig), 227 (nördlicher Indik, Schl.-N. 800—600).

Verbreitung. In den wärmeren Meeresgebieten verbreitete, knepho- und skotoplanktonische Warm- bis Kühlwasserform.

C. pseudocastanella n. sp.

Taf. XXXIV, Fig. 264.

Schale kugelig, dorbwandig, gelblich.

Poren rundlich, ziemlich gleichmäßig, im Durchschnitt anderthalb so weit als die Balkenbreite, nicht von Rahmen umgeben.

Pylomöffnung ziemlich weit, von einer Krone von 8—10 derben, an der Basis verschmolzenen Pylomzähnen umstellt.

Hauptstacheln wenig zahlreich, schlank, kürzer als der Radius, etwa 2mal so lang als die längsten Nebendornen.

Nebendornen zahlreich, 4—6mal so lang als die Porenweite.

Schalendurchmesser 0,65 mm.

Fundort: T.-St. 55 (Guineastrom, V. 600).

4. Gattung. *Castanura* HAECKEL.

„Castanelliden mit verzweigten radialen Hauptstacheln und gezähntem Mund" (HAECKEL).

HAECKEL beschreibt 4 Arten, von denen *Castanura tizardi* der im folgenden beschriebenen Form am nächsten steht.

Castanura echinus n. sp.

Taf. XXXV, Fig. 271.

Castanura echinus V. HAECKER, 1906a, Fig. 2.

Schale nahezu kugelig bis leicht polyedrisch, derbwandig.

Poren unregelmäßig, 2—4mal so weit als die Balkenbreite, nicht von polygonalen Rahmen umgeben.

Pylomöffnung verhältnismäßig klein, ihr Rand von 4—5 schlanken, isolierten Zähnen, welche etwas derber als die Nebendornen sind, sowie von einem Hauptstachel besetzt.

Hauptstacheln sehr derb, gelblich, etwas länger als der Radius, am distalen Ende mehr oder weniger unregelmäßig verzweigt, vielfach auch mit gegabelten Seitenästen versehen, welche jedoch nicht anastomosieren.

Nebendornen verhältnismäßig kräftig, 2—3mal so lang als die Porenweite, nahezu alle Knotenpunkte besetzend.

Schalendurchmesser 0,8 mm.

Diese Form erinnert an die gleichfalls im tropischen Atlantik erbeutete *Castanura tizardi* HAECKEL (1887, S. 1689, Taf. CXIII, Fig. 4, 4a), von der sie sich jedoch durch die verhältnismäßig kürzeren, stämmigeren Radialstacheln und deren geringere Verzweigung, durch das Fehlen der von HAECKEL abgebildeten Anastomosen der Seitenäste und wahrscheinlich durch die schwächere Ausbildung der Mundzähne unterscheidet.

Sehr nahe berührt sich die vorliegende Form mit *Castanopsis cidaris* (Taf. XXXV, Fig. 270), von welcher sie sich hauptsächlich durch die Bezahnung des Mundes und die stärkere Verästelung der Radialstacheln unterscheidet. Vermutlich werden sich bei weiterer Untersuchung die Arten *Castanopsis cidaris* n. sp., *Castanura echinus* n. sp. und *Castanura tizardi* HAECKEL als Glieder einer zusammenhängenden Formenreihe herausstellen.

Fundorte: T.-St. 55 (Guineastrom, V.), 66 (Golf von Guinea, V.).

5. Gattung. *Castanidium* HAECKEL.

„Castanelliden mit einfachen radialen Hauptstacheln und einem einfachen, glatten Mund" (HAECKEL, 1887, S. 1684).

Für die von HAECKEL in seine Gattung *Castanidium* gestellten Formen und ihre Verwandten scheint mir als besonders charakteristisches und nahezu konstantes Merkmal **die Besetzung des Pylomrandes mit ein bis drei, seltener mehr Hauptstacheln zu sein** (Taf. XXXVI, XXXVII u. a.), so daß also streng genommen von einem „einfachen, glatten Mund" nicht die Rede sein kann. Auch bei allen 3 von HAECKEL abgebildeten Formen (Taf. CXIII, Fig. 2, 5 und 7) ist dieses Verhältnis deutlich zu erkennen, ebenso wie bei der von

Borgert (1901a, S. 40) für *Castanidium variabile* gegebenen Figur. Ich glaube daher, die Gattung *Castanidium* in folgender Weise umgrenzen zu sollen:

Formen von sehr verschiedener Größe. Pylomöffnung meist weit, ohne besonders differenzierte Zahnbildungen, am Rande mit ein bis drei, selten mehr Hauptstacheln besetzt. Hauptstacheln meist deutlich gegenüber den Nebendornen hervorgehoben, seltener (bei *C. Apsteini*) mit den Nebendornen durch Uebergänge verbunden.

Castanidium Apsteini Borgert.

Taf. XXXV, Fig. 272.

Castanidium Apsteini Borgert, 1901a, S. 41, Fig. 49.

Schale kugelig, sehr derb und ausgesprochen gelblich bis gelbbraun.

Poren rundlich bis polygonal, ungleich groß, im Mittel 3—6mal so groß als die Balkenbreite, manchmal mit Andeutung einer Rahmenbildung.

Pylomöffnung verhältnismäßig weit, am Rande von mehreren Stacheln besetzt.

Hauptstacheln gerade, dünn, glatt, ungefähr von Radiuslänge, sehr zahlreich, bei den antarktischen Formen einen dichten Wald bildend und mit den Nebendornen durch Uebergänge verbunden. Bei einzelnen Exemplaren zeigt sich insofern eine deutliche polare Differenzierung, als die Stacheln des oralen Poles im ganzen stärker und derber als die des gegenüberliegenden Poles sind.

Durchmesser der Schale bei den arktischen Formen 0,45—0,54 (Borgert), bei den antarktischen 0,75—0,9 mm.

Die mir vorliegenden antarktischen Exemplare stimmen mit der von Borgert für *C. Apsteini* gegebenen Beschreibung gut überein, nur sind sie beträchtlich größer, derber und stacheliger als die nordischen Formen. Ich möchte sie daher den letzteren als Unterart *C. Apsteini erinaceus* gegenüberstellen.

Fundorte: Irmingersee, Labradorstrom (Borgert); T.-St. 120 (Antarktis, Schl.-N. 1500—1000), 136 (Antarktis, Schl.-N. 1500—900), 142 (Antarktis, V.), 149 (Antarktis, V.), 151 (Antarktis, Schl.-N. 1600—1000), 174 (südlicher Indik, V.).

Verbreitung. Bipolare Kaltwasserform, mit Ausbreitung in den südlichen Indik; in der Antarktis hauptsächlich in größeren Tiefen, speziell in der *Aulospathis*-Stufe der Tuscarorenschicht (1000—1500 m) verbreitet.

C. variabile Borgert.

Taf. XXXVI, Fig. 277; Taf. XXXVII, Fig. 282—284; Taf. XXXVIII, Fig. 289 und 292; Taf. XL, Fig. 295, 295a, 297, 298, 299, 299a, 299b; Taf. XLI, Fig. 300.

Castanidium variabile Borgert, 1901; 1901a, S. 40, Fig. 48.
? *Castanidium Buchanani* Haeckel, 1887, S. 1685, Taf. CXIII, Fig. 7.

Schale regelmäßig kugelig, seltener birnförmig, an den Stachelbasen niemals ausgezogen, meist derb erscheinend, häufig von gelblicher oder gelbbrauner Farbe.

Poren meist ziemlich gleich groß, 2½—5mal so weit als die Balkenbreite, nicht von erhöhten Leisten umrahmt.

Pylomöffnung weit, am Rande mit 1—2, seltener 3—4 Hauptstacheln besetzt.

Hauptstacheln dünn, an der Basis ohne Fensteröffnungen, meist kürzer als der Radius der Schale, seltener länger als derselbe, ziemlich zahlreich.

Nebendornen etwa 1/3—1/6 so lang als die Hauptstacheln, 1—3mal so lang als der Porendurchmesser, mitunter auf Basalhöckern aufgesetzt, sehr dicht gedrängt (im Umkreis jeder Pore 4—6 Nebendornen).

Schalendurchmesser 0,3—0,9 mm.

Die hier gegebene Beschreibung deckt sich ziemlich gut mit der von Borgert (1901a) für *Castanidium variabile* gegebenen Definition: „Poren kreisrund bis rundlich, in der Nähe der Schalenmündung nicht selten polygonal, nicht von 6-eckigen erhöhten Rändern umgeben, nahezu gleich bis ungleich groß, oft von besonderer Größe in der Umgebung der Schalenmündung, durchschnittlich größer, bis 4 oder 5mal so groß als die Balken zwischen den Poren breit sind. Radiäre Hauptstacheln zwischen 30 und 50, dünn, mit glatter Oberfläche, gerade oder leicht gebogen, bald etwas kürzer, bald länger als der Radius, aber kürzer als der Durchmesser der Schale. Die feinen Nebenstacheln meist länger bis etwa 3mal so lang als der Durchmesser der Poren. Durchmesser der Schale 0,4—0,65 mm. Größe der Poren meist zwischen 0,016 und 0,035 mm."

Von den Haeckel'schen Arten stimmt *Castanidium Buchanani* (1887, S. 1685, Taf. CXIII, Fig. 7) mit unserer Form annähernd überein, doch sind sowohl Hauptstacheln als Nebendornen länger, als dies meistens bei *Castanidium variabile* der Fall ist. Fundort: Tropischer Atlantik (Ch.-St. 346—349).

Wie schon Borgert angiebt, kommen in Bezug auf die Schalengröße, die Länge und Zahl der Stacheln, die Porenweite und Balkenbreite beträchtliche, durch Uebergänge verbundene Verschiedenheiten vor. Ich bin dazu gekommen, drei durch Uebergänge verbundene und teilweise geographisch begrenzte Typen bezw. Unterarten zu unterscheiden:

Typus A. *Castanidium variabile vulgatissimum* (Taf. XXXVII, Fig. 284). Gekennzeichnet durch die kugelige, meist derb und gelblich erscheinende Schale, durch die ziemlich gleichmäßigen, kleinen Poren, deren Durchmesser nur 2 1/2—3mal so groß als die Balkenbreite ist und durch die geringe Zahl (1—2) der den Pylomrand besetzenden Hauptstacheln.

Schalendurchmesser meist 0,4—0,5 mm, selten nur 0,3 mm.

Fundorte (nur die Fundorte ganz typischer Exemplare sind eingetragen): T.-St. 22, 29, 34 (canarische Strömung, V.), 39 (Guineastrom, qu. 200, 0,35—0,5 mm), 41 (Guineastrom, qu. 200, 3 mm), 42 (Guineastrom, Schl.-N. 550—250, 0,45—0,65 mm), 66 (Golf von Guinea, Schl.-N. 700—600), 67 (Golf von Guinea, V.), 85 (Benguelastrom, V.), 112 (Agulhasbank, V.), 117, 118 (Wurzel des Benguelastromes, V.), 120 (Westwindtrift, Schl.-N. 1000—1500, 0,5 mm), 121 (Westwindtrift, Schl.-N. 1900—2500, 0,4—0,55 mm, darunter häutige Exemplare), 173 (südlicher Indik, V.), 218 (nördlicher Indik, V.), 227 (nördlicher Indik, S. 600—800, 0,42 mm), 229 (nördl. Indik, V.).

Verbreitung. Anscheinend Bewohner vorwiegend der wärmeren Meeresteile und aller Tiefen. In den obersten 200 m wurden besonders kleine (0,3—0,35 mm große) Exemplare gefischt; in einem tiefgehenden Schließnetzfang (T.-St. 121) fanden sich häutige Exemplare. Auf-

fallend war, daß im Gegensatz zu anderen tiefenlebenden Tripyleen die in großen Tiefen gefangenen Individuen gewöhnlich nur ein spärliches Phäodium aufwiesen.

Typus B. *Castanidium variabile antarcticum* (Taf. XXXVII, Fig. 283). Vom Typus A unterschieden durch die häufig birnförmige oder sonst von der Kugelform abweichende, weniger derb erscheinende Schale, durch die größere Porenweite (Porenweite 3—5mal so groß als die Balkenbreite), das ungleichmäßigere Maschenwerk und die größere Zahl der den Pylomrand besetzenden Hauptstacheln (meist 4).

Schalendurchmesser 0,5—0,85 mm.

Diese Form zeigt bezüglich der Beschaffenheit der Poren eine große Uebereinstimmung mit dem folgenden Typus C, unterscheidet sich aber von ihm durch bedeutendere Größe, durch die häufigen Abweichungen von der Kugelform und die größere Zahl der Pylomstacheln. Sie deckt sich im ganzen recht gut mit der von Borgert abgebildeten Form, namentlich was das Größenverhältnis von Porenweite und Balkenbreite anbelangt.

Fundorte: St. 136 (Antarktis, Schl.-N. 1500—900, zahlreiche zum Teil birnförmige und monströse Exemplare), 139 (Antarktis, V., zahlreiche Exemplare, darunter Uebergänge zum Typus A und C), 142 (Antarktis, V., zahlreiche zum Teil birnförmige Exemplare).

Verbreitung. Typische Exemplare wurden nur in der Antarktis gefunden. Da die wahrscheinlich hierher gehörige Borgert'sche Form in der Irmingersee und im Labradorstrom angetroffen wurde, so handelt es sich vielleicht um eine bipolare, dem Kaltwasser angepaßte Abweichung des gewöhnlichen Typus.

Typus C. *Castanidium variabile fenestratum* (Taf. XXXVII, Fig. 282). Vom Typus A durch die unregelmäßigen, verhältnismäßig großen Poren (der Durchmesser der größeren Poren beträgt das Vier- bis Fünffache der Balkenbreite), vom Typus B, mit welchem er in Bezug auf die Anordnung und Größe der Poren mehr übereinstimmt, durch die geringere Größe (0,35 bis 0,45 mm), die regelmäßige Kugelform und die geringere Anzahl der vom Pylomrand sich erhebenden Hauptstacheln (1—2) unterschieden. Von beiden anderen Typen durch die mehr dünnwandige, im ganzen mehr feinmaschige Beschaffenheit der Schale unterschieden.

Fundorte: T.-St. 32 (Canarischer Strom, V.), 41, 55 (Guineastrom, V.), 170 (südlicher Indik, Schl.-N. 1700—1000), 172 (südlicher Indik, Schl.-N. 1850—1000), 173 (südlicher Indik, V.), 220 (nördlicher Indik, Schl.-N. 2800—2000), 227 (nördlicher Indik, Schl.-N. 1600—1000, 1000 bis 800), 229 (nördlicher Indik, Schl.-N. 1600—1000, 800—600).

Verbreitung. Anscheinend in den wärmeren Gebieten verbreitete skoto- und nyktoplanktonische Tiefenform, mit dem wahrscheinlich bipolaren *C. v. antarcticum* eng zusammengehörig.

C. longispinum n. sp.

Taf. XXXVII, Fig. 285 u. 286; Taf. XXXVIII, Fig. 290, 291, 291a; Taf. XL, Fig. 296.

Schale nicht ganz sphärisch, leicht polyedrisch.

Poren rundlich oder polygonal, von ungleicher Größe, die größeren vier bis siebenmal so weit als die Balkenbreite, nicht von erhöhten Leisten umrahmt.

Pylomöffnung sehr weit, am Rande mit 1—2 Hauptstacheln besetzt.

Hauptstacheln dünn, an der Basis meist ziemlich erweitert, zuweilen die Schalenwandung etwas ausziehend, stets länger als der Schalenradius, aber den Schalendurchmesser höchstens um weniges übertreffend.

Nebendornen sehr fein, kaum länger, als die Porenweite beträgt, nur die Hälfte oder ein Drittel der Knotenpunkte besetzend, im Umkreis der Pylomöffnung noch spärlicher.

Schalendurchmesser der atlantischen Exemplare 0,5—0,65 mm, der indischen meist nur 0,4 mm.

Diese Form unterscheidet sich von *Castanidium variabile* hauptsächlich durch die meist nicht ganz sphärische Schale, durch die längeren Hauptstacheln und die geringere Zahl der Nebendornen. Sie zeigt gewisse Uebereinstimmungen mit den Haeckel'schen Arten *C. buchanani* (1887, S. 1685, Tab. CXIII, Fig. 7) und *bromleyi* (1887, S. 1685), namentlich was die Länge und schlanke Beschaffenheit der Hauptstacheln anbelangt. Jedoch unterscheidet sie sich von ersterer durch die größere Porenweite und von beiden Arten durch die kürzeren Nebendornen und den größeren Schalendurchmesser.

Man kann eine Anzahl von Varianten unterscheiden, welche zum Teil eine örtliche Abgrenzung aufweisen. Die atlantischen Exemplare besitzen großenteils eine leicht polyedrische Schale mit rundlichen Poren und ihre Hauptstacheln sind gewöhnlich kürzer als der Schalendurchmesser (Typus A, Taf. XXXVII, Fig. 285). Einzelne Exemplare aus dem Atlantik sind durch besonders weite, polygonale Poren und etwas gefensterte Stachelbasen ausgezeichnet (Typus B, Taf. XXXVII, Fig. 286). In der Antarktis fanden sich einzelne Exemplare mit besonders zahlreichen Hauptstacheln (Typus C), während in den nördlichen Gebieten des Indik neben dem gewöhnlichen Typus A kleine (nur 0,4 mm große), ausgesprochen kugelige Exemplare vorkommen, deren Hauptstacheln den Schalendurchmesser um einiges übertreffen und welche in ihrem Habitus einigermaßen an die Gattung *Porospathis* erinnern (Typus D).

Die Form A zeigt vielfach Anklänge an *C. Moseleyi*, von der sie sich indessen schon durch ihre bedeutend geringere Größe unterscheidet.

Fundorte: T.-St. 22, 32, 34 (canarische Strömung, V., Typus A), 36, 39 (Guineastraße, V., Typus A), 48 (Südäquatorialstrom), Schl.-N. 280—130, Typus A), 49 (Südäquatorialstrom, V. Typus A), 55 (Guineastrom, V. 600, Typus B), 66 (Golf von Guinea, V., Typus A—D); T.-St. 135 (Antarktis, V., Typus A und C), 142 (Antarktis, Schl.-N. 600—500, Typus C); T.-St. 217 (nördlicher Indik, V., Typus D), 221 (nördlicher Indik, Schl.-N. 180—145, 140—105, Typus D), 227 (N. I., Schl.-N. 600—400, Typus A), 228 (N. I., Schl.-N. 320—250, 220—150), 229 (N. I. Schl.-N, 400—200, Typus A), 236 (N. I., Schl.-N. 120—100, Typus A, sehr kleines Exemplar von 3,5 mm Durchmesser), 259 (N. I., qu. 200, Typus A).

Verbreitung. In allen drei untersuchten Meeren verbreitete, neben *Castanidium variabile* häufigste Form; anscheinend hauptsächlich Bewohnerin der Challengeridenschicht (50—400 m).

C. sol n. sp.

Taf. XXXVI, Fig. 273.

Castanidium sol V. Haecker, 1906 a, Fig. 3.

Schale nicht ganz sphärisch, leicht polyedrisch, dickwandig und daher derb erscheinend.

Poren rundlich, ungleich groß, im Durchschnitt dreimal so weit als die Balkenbreite beträgt.

Pylomöffnung verhältnismäßig kleiner als bei voriger Art; meist mit 1, höchstens mit 3 Hauptstacheln besetzt.

Hauptstacheln sehr kräftig, mit den Umrissen eines geraden Schwertes, länger als der Schalendurchmesser, meist auffallend gelblich durchscheinend. Zahl der Hauptstacheln 20—40. Nicht selten ist, namentlich bei höherer Stachelzahl, eine dichtere Häufung der Stacheln an der Pylomseite nachzuweisen.

Nebendornen kurz, fein, etwa zweimal so lang als die Porenweite.

Schalendurchmesser 0,4—0,5 mm.

Fundorte: T.-St. 32 (canarische Strömung, V.), 34 (canarische Strömung, Qu. 200), 39 (Guineastrom, Qu. 200, 4 Exemplare), 41, 44 (Guineastrom, V.), 49 (Südäquatorialstrom, Qu. 200, 4 Exemplare), 55 (Guineastrom, V. 600, Mundstachel mit fibrillärer Struktur), 66 (Golf von Guinea, V.), 227 (nördlicher Indik, Sch.-N. 800—600).

Verbreitung. Offenbar Warmwasserform und hauptsächlich Bewohnerin der Challengeridenschicht.

C. Murrayi Haeckel.

Taf. XXXVI, Fig. 274.

Castanidium Murrayi Haeckel, S. 1685, Taf. CXIII, Fig. 5, 5a.

Schale annähernd kugelig oder leicht polyedrisch, dickwandig und derb erscheinend.

Poren rundlich, ziemlich gleichmäßig, im Durchschnitt 3mal so groß als die Balkenbreite beträgt, nicht von erhöhten Leisten umrahmt.

Pylomöffnung verhältnismäßig klein, von einem Hauptstachel überragt.

Hauptstacheln gerade oder leicht gekrümmt, bei den atlantischen Formen schlank und häufig gegabelt, bei den indischen Formen derb und stämmig, an ihrer Oberfläche netzartig skulpturiert („covered with longish hexagonal dimples, which are separated by a network of prominent crests"), bei meinen Exemplaren etwas kürzer als der Schalendurchmesser, nach Haeckel länger als derselbe.

Nebendornen ziemlich zahlreich (etwa die Hälfte der Knotenpunkte besetzend), von ungleicher Größe, im Durchschnitt etwa 3mal so lang als die Porenbreite.

Schalendurchmesser 0,4—0,6 mm.

Die mir vorliegenden Exemplare stimmen bis auf die Länge der Stacheln recht gut mit der von Haeckel für *C. Murrayi* gegebenen Beschreibung und Abbildung überein, so daß ich die Zusammengehörigkeit der Formen nicht bezweifle. Meine Exemplare zeigen, wie oben erwähnt, insofern Verschiedenheiten untereinander, als die atlantischen schlankere, vielfach gegabelte (Typus A), die indischen derbere, einfache Radialstacheln aufweisen (Typus B). Diesen beiden Typen würde die Haeckel'sche Form mit sehr langen, den Schalendurchmesser übertreffenden Radialstacheln als dritter Typus gegenüberzustellen sein (Typus C).

Fundorte: Ch.-St. 352—354 (nördlicher Atlantik, „Oberfläche", Haeckel, Typus C), T.-St. 32 (canarische Strömung, V., Typus A), 36 (Guineastrom, V., Typus A), 229 (nördlicher

Indik, Schl.-N. 400—200, Typus B), 236 (nördlicher Indik, Schl.-N. 180—130, 120—100 Typus B; Schl.-N. 2600—2300, Typus B, leere Schale).

Verbreitung. Anscheinend in wärmeren Meeresgebieten verbreitet und Bewohnerin der Challengeridenschicht (50—400 m).

C. Moseleyi Haeckel.

Taf. XXXVII, Fig. 281; Taf. XXXVIII, Fig. 288; Taf. XXXIX, Fig. 293 u. 294.

Castanidium moseleyi Haeckel, 1887, S. 1686, Taf. CXIII, Fig. 2; *Castanidium Moseleyi* V. Haecker, 1906 a, Fig. 4.

Schale mehr oder weniger polyedrisch, an den Stachelbasen mehr oder weniger pyramidenförmig ausgezogen, bei geringerer Stachelzahl an Circoporidenschalen erinnernd.

Poren bald klein (3—4mal so breit als die Balken), rundlich und ziemlich gleichmäßig (Typus A und B; Taf. XXXIX, Fig. 294 und Taf. XXXVIII, Fig. 288), bald groß (3—8mal so breit als die Balken), rundlich oder polygonal, von sehr verschiedener Größe (Typus C; Taf. XXXIX, Fig. 293).

Pylomöffnung weit, von 1—3 Hauptstacheln umstellt.

Hauptstacheln so lang, etwas kürzer oder etwas länger als der Schalendurchmesser, bald breit, leicht gewellt, mit schwach entwickelten Basalpyramiden (Typus A), bald dünn, gerade, mit stark entwickelten Basalpyramiden (Typus B und C), selten schlangenartig gebogen (Taf. XXXVII, Fig. 281).

Nebendornen meist spärlich (kaum 1/3 der Knotenpunkte besetzend), 1—2mal so lang als die Porenweite.

Schalendurchmesser 0,7 (Typus C) bis 0,9 mm (Typus A und B).

Diese prachtvolle Form, welche zweifellos mit der Haeckel'schen *C. moseleyi* übereinstimmt, findet sich im „Valdivia"-Material in großer Zahl und in einer ganzen Reihe von Varianten. Letztere lassen sich um 3 Typen gruppieren, welche durch Uebergänge miteinander verbunden sind.

Typus A (*C. M. Gorgonia*, Taf. XXXIX, Fig. 294 und Taf. XXXVII, Fig. 281). Große Formen mit kleinen dichtgedrängten Poren, breiten, vielfach leichtgewellten, seltener schlangenartig gewundenen Stacheln und schwach oder kaum entwickelten Basalpyramiden.

Typus B (*C. M. microporum*, Taf. XXXVIII, Fig. 288). Große Formen mit kleinen, dichtgedrängten Poren, mit dünnen, geraden Stacheln und kräftig entwickelten Basalpyramiden.

Typus C (*C. M. circoporoides*, Taf. XXXIX, Fig. 293). Kleinere Formen mit größeren, ein unregelmäßiges Maschenwerk bildenden Poren, mit dünnen geraden Stacheln und kräftig entwickelten Basalpyramiden. Hierher wohl die Haeckel'schen Originale.

Auch zu *Castanidium longispinum* n. sp. führen einige Funde hinüber: es sind dies kleinere, weit- und unregelmäßig-maschige Formen mit nur sehr schwach entwickelten Basalpyramiden. Im ganzen reihen sich aber diese Formen doch mehr der vorliegenden Species ein und bei der außerordentlichen Verschiedenheit, welche einerseits die Typen A und B von *Castanidium Moseleyi*, andererseits z. B. die indischen Exemplare von *C. longispinum* aufweisen, scheint eine Aufrechterhaltung der hier vorgenommenen Artabgrenzung bis auf weiteres geboten zu sein.

Fundorte: Ch.-St. 346—349 (tropischer Atlantik, HAECKEL; Typus C); T.-St. 39 (Guineastrom, V., Typus A und B), 44 (Guineastrom, V., Typus B—C), 49 (Südäquatorialstrom, V., Typus B), 55 (Guineastrom, V., Typus A und B), 66 (Golf von Guinea, V., Typus A und B), 85 (Bengualastrom, V., Typus B mit Anklängen an *C. longispinum*), 112 (Agulhasbank, V., Typus B und B—C), 182 (indischer Südäquatorialstrom, V., Typus A—B), 215 (nördlicher Indik, V., Typus C), 217 (nördlicher Indik, V., Typus B—C), 227 (nördlicher Indik, Schl.-N. 600—400, Typus C mit Anklängen an *Cast. longispinum*.

Verbreitung. Anscheinend in wärmeren Meeresgebieten verbreitet. Vertikalverbreitung nach dem vorliegenden Material nicht festzustellen, da die Form nur in einem Falle in einem Schließnetzfange (T.-St. 227, Schl.-N. 600—400) erbeutet wurde.

6. Gattung. *Castanopsis* HAECKEL.

„Castanelliden mit verzweigten radialen Hauptstacheln und einem einfachen glatten Mund" (HAECKEL).

Zu dieser Gattung werden von HAECKEL 3 Arten gestellt, welche sich in der „Valdivia"-Ausbeute nicht vorgefunden haben. Die beiden mir vorliegenden neuen Formen schließen sich bezüglich ihres ganzen Habitus, insbesondere bezüglich der Ausstattung des Pylomrandes mit 1—3 Hauptstacheln so eng an einzelne Arten der Gattung *Castanidium* an, daß, wenn es bloß auf diese beiden Formen ankäme, die Gattung *Castanopsis* als Untergattung unter die Gattung *Castanidium* subsumiert werden müßte.

Speciell *Castanopsis cidaris* n. sp. zeigt außerdem starke Anklänge einerseits an *Castanissa valdiviae*, andererseits an *Castanura echinus*.

Castanopsis fragilis n. sp.

Taf. XXXV, Fig. 268 und 269.

Schale nicht ganz kugelig, leicht polyedrisch, an der Basis einzelner Stacheln pyramidenförmig ausgezogen, dünnwandig.

Poren rundlich bis polygonal, von sehr ungleicher Größe, 2—6mal so groß als die Balkenbreite.

Pylomöffnung verhältnismäßig weit, von 1—3 Hauptstacheln besetzt.

Hauptstacheln gerade, am distalen Ende einfach gegabelt oder mehrfach verästelt, länger als der Radius der Schale.

Nebendornen fein, so lang wie die durchschnittliche Breite der Poren, nahezu alle Knotenpunkte besetzend.

Schalendurchmesser 0,6—0,7 mm.

Fundorte: T.-St. 135 (Antarktis, Schl.-N. 250—50), 145 (Antarktis, V.).

C. cidaris n. sp.

Taf. XXXV, Fig. 270.

Schale nahezu kugelig, derbwandig.

Poren rundlich, von ziemlich gleicher Größe, im Durchschnitt so weit wie die Balkenbreite.

Pylomöffnung ziemlich klein, von einem glatten Randwulst umgeben, welchem ein netzartig skulpturierter Hauptstachel aufsitzt.

Hauptstacheln sehr stämmig, etwas länger als der Schalenradius, oberhalb der Basis etwas eingeschnürt, am distalen Ende zugespitzt und vielfach zweilappig. Der dem Pylomrand aufsitzende Hauptstachel netzartig skulpturiert.

Nebendornen fein, etwa zweimal so lang als die Porenweite.

Schalendurchmesser 0,7 mm.

Diese Form dürfte der HAECKEL'schen Art *Castanopsis macleari* (Rep., p. 1688) aus dem südlichen Atlantik (Ch.-St. 332) sehr nahe stehen, von welcher sie sich aber durch die kleineren Poren und den skulpturierten Pylomstachel zu unterscheiden scheint.

Fundort: T.-St. 40 (Südäquatorialstrom, V.)

7. Gattung. *Castanea*[1]) n. gen.

Große Formen mit meist unbewehrtem, d. h. weder von Hauptstacheln, noch von konischen Mundzähnen besetztem Pylom. Dasselbe ist entweder von mehreren stumpfen Höckern besetzt (*C. Henseni*, Taf. XXXVI, Fig. 279) oder hat die Gestalt eines Kraters (*C. amphora*, Fig. 278) oder eines vollkommen glatten Wulstes (*C. globosa*, Taf. XXXVIII, Fig. 288). In letzterem Fall kann ausnahmsweise ein randständiger Hauptstachel vorhanden sein. Hauptstacheln entweder von der Länge des Radius und in diesem Falle deutlich gegenüber den kurzen unter sich gleichmäßigen Nebendornen differenziert oder weniger deutlich hervortretend und durch alle Uebergänge mit den in diesem Fall verschieden langen Nebendornen verbunden.

Die hierher gehörigen Formen bilden eine gut abgegrenzte, dem ganzen Habitus nach zusammengehörige Gruppe. Nur die Formen mit stumpfen Höckern zeigen gewisse Anklänge an die Formen der Gattungen *Castanella* und *Castanissa*, wie denn auch die hierher gehörige Art *Castanea Henseni* von BORGERT (1903, S. 751) in die Gattung *Castanissa* eingereiht wurde.

Castanea Henseni (BORGERT).

Taf. XXXVI, Fig. 279.

Castanea Henseni BORGERT, 1903, S. 751, Fig. P.

Schale kugelig, derbwandig, gelblich durchscheinend.

„Poren meist kreisrund, bis rundlich, von annähernd gleicher Größe, nicht von sechseckigen erhöhten Rändern umgeben, 1 1/2—3mal so groß, wie die Balken zwischen ihnen breit sind

Schalenmündung mit einer Anzahl (5 oder 6) niedriger, breiter abgerundeter Höcker umstellt."

Radialstacheln entweder „zahlreich (über 50), gerade und mit glatter Oberfläche, etwa 1/3 bis reichlich halb so lang wie der Radius der Schale" (Typus A, *C. H. typica*) oder von verschiedener Länge und Stärke, weniger deutlich gegen die ungleich entwickelten Nebendornen abgehoben (Typus B, *C. H. valdiviae*).

1) Mehr als für die übrigen Castanelliden stimmt für die Angehörigen dieser Gattung der Vergleich der Schale mit der Frucht der zahmen oder Edelkastanie (*Castanea vesca*).

Nebendornen entweder gleichmäßig, 2—3mal so lang wie der Durchmesser der Poren, oder von ungleicher Länge und Stärke, durch Uebergänge mit den Hauptstacheln verbunden.

Durchmesser 0,95—1,07 mm (Borgert), bei meinen Exemplaren 0,7—1,1 mm.

Diese Form zeigt in ihrem ganzen Habitus eine große Uebereinstimmung mit den beiden folgenden. Speciell mit denjenigen Exemplaren von *C. globosa*, deren Pylom einen etwas höckerigen Innenrand besitzt (Taf. XXXVI, Fig. 280), besteht eine gewisse Uebereinstimmung und andererseits fand ich ein Exemplar von *C. Henseni*, bei welchem die Höcker zu einem unvollkommenen höckerigen Krater verschmolzen waren, so daß eine größere Aehnlichkeit mit *C. amphora* hervortrat.

Innerhalb der Species *C. Henseni* finden sich, wie oben angedeutet wurde, 2 durch Uebergänge verbundene Haupttypen: nämlich Individuen mit deutlich hervortretenden Hauptstacheln (Typus A, *C. Henseni typica*) und solche, bei welchen sich dieselben weniger stark gegenüber den Nebendornen hervorheben (Typus B, *C. Henseni valdiviae*). Auch bei dem einen der beiden Exemplare, welche Borgert vorgelegen haben, zeigen die Hauptstacheln in ihrer Größe vielfach Uebergänge zu den Nebendornen.

Fundorte: Guineastrom (1000—1200 m, Borgert, Typus A); T.-St. 32 (canarische Strömung, V., Typus B), 55 (Guineastrom, V., Typus A), 174, 175 (indischer Südäquatorialstrom, V., Typus B), 227 (nördlicher Indik, Schl.-N. 600—400, Typus B).

Verbreitung. Anscheinend in den wärmeren Meeresgebieten verbreitet und Bewohnerin der Tuscarorenschicht (400—1000 m).

C. globosa n. sp.

Taf. XXXVI, Fig. 280; Taf. XXXVIII, Fig. 287.

Schale ausgesprochen kugelig, derb und von gelblicher Farbe.

Poren rundlich, ziemlich gleichmäßig, etwa dreimal so weit als die Balkenbreite, nicht von Rahmen umgeben.

Pylomöffnung verhältnismäßig klein, meist von einem glatten Randwulst umgeben (Fig. 287), seltener am Innenrand unregelmäßig höckerig (Fig. 280).

Hauptstacheln 20—30 an Zahl, gerade, zugespitzt, glatt, von Radiuslänge, deutlich gegenüber den kurzen Nebendornen hervorgehoben. In einzelnen Fällen zeigt der dem Pylom am nächsten stehende Hauptstachel eine netzartige Skulptur (Fig. 280).

Nebendornen sehr zahlreich, fast alle Knotenpunkte besetzend, zart, alle von gleichmäßiger Größe, etwa dreimal so lang als die Porenweite, auf kleinen Höckern aufsitzend.

Schalendurchmesser 1,15—1,25 mm.

Fundorte: T.-St. 41 (Guineastrom, V.), 42 (Guineastrom, Schl.-N. 550—250), 44 (Guineastrom, V.), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 182 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 229 (nördlicher Indik, Schl.-N. 400—200).

Verbreitung. In warmen Meeresgebieten verbreitet. Auffallend ist das Heraufsteigen dieser großen, nicht mit ausgesprochenen Schwebeeinrichtungen versehenen Form in die Challengeridenschicht oberhalb 400 m.

C. amphora n. sp.

Taf. XXXVI, Fig. 278.

Castanea amphora V. Haecker, 1906a, Fig. 5.

Der vorigen ähnlich, aber mit ausgesprochen kragen- oder kraterähnlicher Pylomöffnung.

Hauptstacheln deutlich hervorgehoben, kürzer als der Radius.

Durchmesser 1,0—1,25 mm.

Fundorte: T.-St. 49 (Südäquatorialstrom, V.), 85 (Benguelastrom, V., mehrere Exemplare), 228 (nördlicher Indik, Schl.-N. 420—350, 320—250).

Verbreitung. Offenbar wie die vorige Bewohnerin der wärmeren Meeresteile und der Challengeridenschicht (50—400 m).

2. Unterfamilie. Circocastanellinae. Castanelliden mit einfachen Poren und mit Porenkränzen im Umkreis der Nebendornen.

8. Gattung, *Circocastanea* n. gen.

Castanelliden ohne radiale Hauptstacheln, mit gezähneltem Mund, Basis der Nebendornen von einem Kranz von 4—7, meist fünf oder sechs geschlossenen Hohlräumen umgeben (Taf. XXXV, Fig. 266).

Die einzige in der „Valdivia"-Ausbeute gefundene Form, welche in ihrem ganzen Habitus an die kleineren *Castanella*-Arten erinnert, ist von allen anderen Castanelliden dadurch unterschieden, daß die kurzen, derben, in spärlicher Anzahl vorhandenen Nebendornen an ihrer Basis von einem Kranz von Poren umgeben sind, welche auf Canadabalsampräparaten großenteils mit Luft gefüllt sind und sich dadurch als geschlossene Hohlräume erweisen. Der ganze Porenkranz hat ungefähr die Größe einer der gewöhnlichen, die Schale durchsetzenden Schalenporen und die Anordnung der Nebendornen und damit also der basalen Porenkränze ist eine derartige, daß im allgemeinen ein Porenkranz von 6 gewöhnlichen Poren umgeben ist.

Auch unter den übrigen Tripyleen finden sich nirgends Formen mit ähnlichen Strukturverhältnissen, vielmehr ist diese Struktur eine so besondere und das Aussehen der zierlichen, regelmäßig verteilten Luftperlenkränze ein so eigentümliches, daß es mir angezeigt erschien, eine eigene Unterfamilie aufzustellen.

Circocastanea margarita n. sp.

Taf. XXXIV, Fig. 265; Taf. XXXV, Fig. 266.

Circocastanea margarita V. Haecker, 1906a, Fig. 9.

Schale kugelig, derbwandig.

Poren unregelmäßig rundlich, stellenweise von ziemlich gleicher Größe, an anderen Stellen sehr ungleich groß, im Durchschnitt 2—3mal so weit als die Balkenbreite.

Pylomöffnung weit, von zahlreichen (bei meinem Exemplare 11) kräftigen Pylomzähnen umgeben.

Keine Hauptstacheln.

Nebendornen kurz, derb, etwa 3mal so lang als die Porenweite, an der Basis von einem Kranz geschlossener Hohlräume umgeben. Die Zahl der Nebendornen verhält sich zu der der Schalenporen wie 1:3. Je ein Nebendorn samt basalem Kranze ist im allgemeinen von sechs Schalenporen umgeben.

Schalendurchmesser 0,48 mm.

Fundort: T.-St. 172 (südlicher Indik, Schl.-N. 1850—1000).

6. Familie. Circoporidae.

Circoporida Haeckel, S. 1887.

Phäocalpien mit kugeliger oder polyedrischer Schale, mit Porenkränzen an der Basis der Radialstacheln und mit besonderer Pylomöffnung.

Die Circoporiden stimmen hinsichtlich der Gestalt der Schale im allgemeinen mit den Castanelliden überein, unter welchen ebenfalls sowohl kugelige als polyedrische Formen vorkommen. Sie weichen von ihnen hauptsächlich in der Lokalisation der Poren auf den Umkreis der Stachelbasen ab. Auch mit den Tuscaroriden zeigen sie, namentlich was das deutliche und regelmäßige Hervortreten der porzellanartigen Schalenstruktur und die Beschaffenheit der Radialstacheln anbelangt, eine sehr weitgehende Uebereinstimmung. Indessen ist auf der anderen Seite, wie schon Haeckel betont hat, hinsichtlich der Schalengestalt, sowie der Anordnung und Länge der Radialstacheln eine ziemlich weitgehende Divergenz zwischen beiden Gruppen zu beobachten. Entfernte Beziehungen bestehen noch einerseits zu den Aulosphäriden und Cannosphäriden, andererseits, wie wir sehen werden, zu den Porospathiden und Challengeriden.

Im ganzen gehören die Circoporiden zu den kleineren Tripyleen im Gegensatz zu ihren nächsten Verwandten, den Tuscaroriden. Immerhin finden sich innerhalb der Familie recht erhebliche Größenunterschiede und zwar scheint auch bei den Circoporiden die Größe sehr wesentlich durch die Vertikalverbreitung beeinflußt zu sein. So habe ich schon früher (1905, S. 342) darauf hingewiesen, daß der kleine *Circoporus sexfuscinus* (Taf. XX, Fig. 174) von der „Valdivia" in einer ganzen Anzahl von Planktonfängen in Tiefen von 0—200 m gefischt wurde, während der große *Circoporus sexfurcus* Haeckel (Taf. XX, Fig. 171), welcher mit ersterem hinsichtlich der Stachelzahl und der Beschaffenheit der Terminaläste ziemlich weitgehende Konvergenzen zeigt, offenbar eine Tiefenform ist. Wenigstens wurden einige zweifellos lebensfrische, mit reichlichem Phaeodium ausgestattete Exemplare in der südatlantischen Station 120 in Tiefen von 1000—1500 m erbeutet.

Der Mannigfaltigkeit der Schalenform der Circoporiden hat schon Haeckel eine ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Insbesondere mußte ihm für seine promorphologischen Anschauungen die Thatsache von großer Bedeutung erscheinen, daß innerhalb dieser einen Familie nebeneinander reguläre Ikosaeder, Dodekaeder und Oktaeder[1]) auftreten, also Grundformen, von denen die ersteren aus der übrigen organischen Natur überhaupt nicht bekannt sind, die beiden anderen sich nur vereinzelt im Pflanzenreich nachweisen lassen und hier durch verschiedene Pollenkörner, bezw. durch die Antheridien von Chara repräsentiert werden.

1) Die Schalen können nach Haeckel als „endosphärische Polyeder" betrachtet werden, insofern ihre Ecken, d. h. die Basen der Radialstacheln auf einer sphärischen Oberfläche liegen. Die Radialstacheln geben die Richtung der Polyederachsen an.

Bei einem Vergleich der Circoporiden mit anderen Tripyleen drängt sich indessen die Vorstellung auf, daß diese Mannigfaltigkeit der Schalengestalt nicht durch das Vorhandensein bestimmter „stereometrischer Grundformen" bedingt ist, sondern daß man es auch hier mit biologisch zu deutenden Strukturverhältnissen, also mit Anpassungen zu tun hat. Ein Vergleich der Circoporiden mit den Castanelliden führt nämlich ohne weiteres zu der Auffassung, daß auch bei ersteren die kugeligen Formen mit zahlreichen, die ganze Schalenfläche bedeckenden Radialstacheln (*Haeckeliana*-Arten, Taf. XX, Fig. 176 u. 177) die primitiveren Verhältnisse repräsentieren, während die polyedrischen Formen mit wenigen, streng geometrisch angeordneten Radialstacheln (Taf. XX, Fig. 171—174) als die spezialisierteren zu betrachten sind. Das Bedürfnis der Gewichtsverringerung und Materialersparnis und gleichzeitig der Vorteil eines erhöhten Schwebevermögens sind es zweifellos gewesen, welche in beiden Familien eine Verringerung der Zahl und zugleich eine Längenzunahme der Radialstacheln herbeigeführt haben. Da aber andererseits durch statische Anforderungen, durch die gleichzeitige Bedeutung der Stacheln als Druckfänger und als Schwebeapparate, eine möglichst gleichmäßige Verteilung dieser Gebilde auf der Schalenoberfläche bedingt wird, so ist die Zahl der möglichen Formen von vornherein eine begrenzte. Denn bekanntlich giebt es nur fünf regelmäßige Körper, die sogenannten platonischen Polyeder, bei welchen die Ecken eine vollkommen gleichmäßige, mathematisch genaue Verteilung zeigen, es sind dies der Tetraeder, Würfel, Oktaeder, Ikosaeder und Dodekaeder. Erstere beiden Grundformen sind unter den Circoporiden nicht vertreten, sie kommen auch sonst bei den Tripyleen nur ausnahmsweise vor — annähernd tetraedrisch ist z. B. *Tuscarilla nationalis* (Taf. XXII, Fig. 180) gebaut, würfelförmig *Cannosphaera geometrica* (Borgert, 1901 a, Fig. 25) —, dagegen sehen wir die Formen der Oktaeder, Ikosaeder und Dodekaeder in den Haeckel'schen Gattungen *Circoporus*, *Circogonia* und *Circorrhegma* vollständig oder annähernd verwirklicht. In keiner anderen Tripyleengruppe findet sich, wie gesagt, eine derartige Anhäufung von regulären Formverhältnissen, und es sind eigentlich nur noch *Castanidium Moseleyi circoporoides* (Taf. XXXIX, Fig. 293) und *Cannosphaera lepta* (Taf. XLVIII, Fig. 369), welche mit ihren 20 regelmäßig verteilten Stacheln im ganzen die Gestalt eines Dodekaeders aufweisen.

Nach dem hier Gesagten würde man sich also denken können, daß, ebenso wie bei den Castanelliden aus sphärischen Formen mit zahlreichen Radialstacheln allmählich unter Verringerung des Gewichts und Erhöhung des Schwebevermögens polyedrische Formen mit wenigen Radialstacheln (*Castanidium Moseleyi circoporoides*) hervorgegangen sind, auch bei den Circoporiden gleichzeitig eine Verminderung der Stachelzahl und ein Uebergang zur Polyedergestalt Platz gegriffen hat. Die sphärischen Haeckelianen mit bis zu 55 Radialstacheln, sowie die Gattung *Circostephanus* mit 24—40 Stacheln würden danach die einfacheren Formen darstellen, während die dodekaedrischen, ikosaedrischen und oktaedrischen Typen eine stufenweise Differenzierung in der Richtung der Gewichtsverminderung und der Erhöhung der Schwebefähigkeit aufweisen.

Es muß gleich hier hinzugefügt werden, daß auch da, wo die Zahl der Radialstacheln der Eckenzahl der regulären Polyeder entspricht, die Schalenform keineswegs eine mathematisch vollkommene zu sein braucht. So fand ich z. B., daß bei *Circogonia valdiviae*, welche wahrscheinlich 20 Radialstacheln besitzt, die Radialstacheln, ähnlich wie bei manchen Castanelliden, um die Pylomöffnung herum dichter gruppiert sind, als in der aboralen Schalen-

hälfte (Taf. XXI, Fig. 171), so daß also hier die stereometrische Grundform keineswegs strenge eingehalten ist. Noch lehrreicher sind die Verhältnisse innerhalb der alten HAECKEL'schen Gattung *Circoporus*. Während *Circoporus octahedrus* (HAECKEL, 1887, Taf. CXVII, Fig. 6) einen anscheinend vollkommen regulären Oktaeder darstellt, ist bei *Circoporus sexfurcus* (Taf. XX, Fig. 171) und noch mehr bei *C. hexapodius* (Taf. XX, Fig. 172) eine der 3 Achsen verlängert, so daß die Schale die Gestalt einer tetragonalen Doppelpyramide annimmt. Unter Berücksichtigung der bei anderen Tripyleen bestehenden Orientierungsverhältnisse wird man annehmen müssen, daß diese verlängerte Achse, die „Hauptachse", in die Vertikale fällt und daß diejenige Pyramide, deren eine Seitenfläche die Pylomöffnung enthält, nach unten gerichtet ist. Man erkennt leicht, daß die vorliegenden Formen, wenn man von der Pylomöffnung absieht, 5 Symmetrieebenen besitzen, von denen 4 die Hauptachse, eine die 4 Nebenachsen enthält. Zieht man dagegen das Pylom in Betracht, so kann nur eine einzige, das Pylom und die Hauptachse enthaltende Symmetrieebene durch das Tier gelegt werden.

Noch mehr weichen *Circoporus sexfuscinus* (Taf. XX, Fig. 174, 175) und *C. oxyacanthus* (Taf. XX, Fig. 173) von der Gestalt der regulären Oktaeder ab.

Soviel ich sehe, läßt sich die Schalengestalt dieser beiden Formen in der Weise aus der von *C. hexapodius* (Taf. XX, Fig. 172) ableiten, daß man die die beiden Nebenachsen enthaltende, senkrecht zur Symmetrieebene gelegene Horizontalebene um etwa 30° gegen das Pylom herabdreht. Hier wird also auf den Vorteil verzichtet, welchen eine gleichmäßige Verteilung der Radialstacheln in statischer Hinsicht darbietet, und es wird eine Schalenform erreicht, welche, abgesehen von der Sechszahl der Ecken, keine Aehnlichkeit mit einem regulären Oktaeder besitzt.

In diesem Zusammenhang ist noch darauf hinzuweisen, daß bei den Circoporiden auch Eckenzahlen auftreten, welche bei regulären Polyedern nicht vorkommen. So finden sich nach BORGERT (1902, S. 571) Exemplare von *C. oxyacanthus* mit 7 Radialstacheln und in der HAECKEL-schen Gattung *Circospathis* beträgt die Stachelzahl 9. Auf diese Verhältnisse wird weiter unten zurückgekommen werden.

Bezüglich der Struktur der Schale habe ich der HAECKEL'schen Beschreibung noch einiges hinzuzufügen. Zunächst möchte ich bemerken, daß es mir nicht ganz zutreffend zu sein scheint, wenn HAECKEL speciell der Unterfamilie der Circogoniinae „a panelled shell with polygonales plates" zuschreibt (vergl. Taf. XX, Fig. 171). Die Panellierung oder Täfelung kommt nämlich nicht etwa, wie man vielleicht dem Wortlaut bei HAECKEL entnehmen könnte, dadurch zu stande, daß polygonale Platten mosaik- oder parkettartig zusammengefügt sind, sondern nur dadurch, daß sich auf der Oberfläche der Schale ein auch von HAECKEL beschriebenes und dargestelltes Netzwerk von vorspringenden Balken erhebt, welches der Schalenoberfläche ein gefeldertes Aussehen verleiht. Es handelt sich im wesentlichen um ganz die nämliche Struktur, wie bei der Unterfamilie der Haeckelianinen, nur daß bei letzteren die als flache Grübchen erscheinenden Felder in der Regel wesentlich kleiner sind, als bei den meisten Circogoniinen (Taf. XX, Fig. 177; Textfig. 20). Im übrigen zeigt die Schale, wie namentlich aus einem Querschnitt durch *Circoporus sexfurcus* deutlich zu sehen ist (Textfig. 18), genau dieselben Bestandteile wie die Tuscarorenschale: eine deutliche äußere und innere Grenzlamelle, eine porzellanartige Füllmasse und eine einfache Schicht von feinen Tangentialnadeln, welche näher der inneren, als der äußeren Grenzlamelle gelagert ist. Die Grenzlamellen haben eine vollkommen glatte Oberfläche, so daß die

Bemerkung HAECKEL's, die Schalenoberfläche sei „minutely roughened", jedenfalls für *Circoporus sexfurcus* keine Gültigkeit hat.

Bei einigen Formen mit getäfelter Schale können dann noch die benachbarten Porenkränze durch besondere Leisten verbunden sein, wie dies z. B. bei *Circopathis novena* HAECKEL

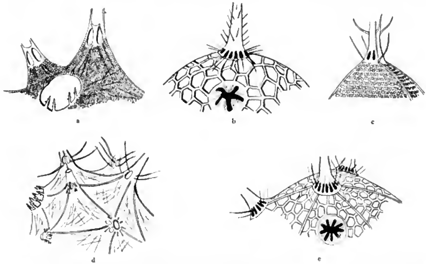


Fig. 17. Typen der Schalenstruktur der Circoporiden. a feinwabiger Typus: *Circostephanus* sp., b wabig gefelderter Typus. *Circospathis furcata*, c trigonal gefelderter Typus: *Circoporetta octahedra* (*Circoporus octahedrus* HAECKEL), d grobgefelderter Typus: *Circostephanus coronarius*, e doppelt gefelderter Typus: *Circospathis novena*.

(Textfig. 17e) der Fall ist. Die ganze Schale ist hier in größere dreieckige Felder zerlegt, welche ihrerseits von dem vorhin beschriebenen wabenförmigen Balkenwerk bedeckt sind. Ich will solche Schalen im Gegensatz zu der **wabig-gefelderten** Schale von *Circoporus sexfurcus* (Taf. XX, Fig. 171) oder *Circospathis furcata* (Textfig. 17b) als **doppelt-gefeldert** bezeichnen.



Fig. 18. Durchschnitt durch die Schale von *Circospathis sexfurca* (*Circoporus sexfurcus* HAECKEL).

Damit ist nun aber die Zahl der Möglichkeiten noch lange nicht erschöpft. Zunächst führt, wie bereits angedeutet wurde, die wabig-gefelderte Struktur, die sich auch bei *Haeckeliana irregularis* (Textfig. 19) findet, hinüber zu der wabenförmigen Reliefstruktur von *Haeckeliana porcellana*, bei welcher die von den Balken umschlossenen Facetten mehr wie unregelmäßige flache Grübchen erscheinen (Textfig. 20). Die Schale ist, wie HAECKEL sagt, „dimpled, with numerous circular, roundish or polygonal dimples". Es erinnert die Schalenoberfläche dieser Formen an das Relief eines gestanzten Kupfergefäßes, weshalb ich eine solche Struktur als **gestanzt** bezeichnen möchte.

Eine besondere Stellung nimmt *Circoporus octahedrus* HAECKEL (Textfig. 17c) ein, bei welchem das Balkenwerk in drei unter Winkeln von 60° sich schneidenden Systemen angeordnet ist, so daß die Facetten die Form von gleichseitigen Dreiecken haben. Wie schon HAECKEL bemerkt hat, erinnert diese **trigonal-gefelderte** Struktur durchaus an die Schalenstruktur der Gattung *Porospathis* und gewährt damit einen gewissen Anhaltspunkt für die Beurteilung der systematischen Stellung dieser isoliert stehenden Gruppe.

Bei einer ganzen Reihe von anderen Formen zeigt die Schale in Oberflächenansicht eine außerordentlich **feinwabige** Struktur, „an extremely delicate network of small square dimples"

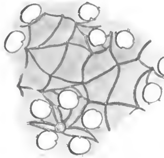


Fig. 19. Schalenstruktur von *Haeckeliana irregularis*.

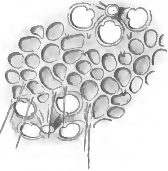


Fig. 20. Schalenstruktur von *Haeckeliana porcellana*.

(Taf. XX, Fig. 175; Textfig. 17a). Man ist auf den ersten Anblick geneigt, dieses Netzwerk als Homologon der wabig-gefelderten Struktur des *Circoporus sexfurcus* oder der *Circospathis furcata* (Textfig. 17b) u. a., gewissermaßen als Miniaturausgabe derselben zu betrachten. Indessen zeigt sich bei Betrachtung des optischen Durchschnittes, daß die Schale eine vollkommen glatte Oberfläche, also kein versteifendes Trabekelsystem besitzt und ferner, daß sie nicht die bei anderen Circoporiden nachweisbare Porzellanstruktur, sondern nur eine einzige Schicht von Poren aufweist. Sie besteht aus zwei Grenzlamellen, welche durch ein System von senkrechten, wabig angeordneten Scheidewänden voneinander getrennt sind. Wir haben es also hier mit einer Art von Diatomeenstruktur zu tun, welche, namentlich in der Nachbarschaft der Radialstacheln, im wesentlichen mit der Schalenstruktur vieler Challengeriden übereinstimmt, nur daß die einzelnen Poren nicht die regelmäßige Form und Anordnung, wie bei den letzeren besitzen. Speciell dann, wenn ein größerer Teil der Poren von Luftperlen gefüllt ist, erinnert die schwarzpunktierte Schale auch bei Oberflächenansicht durchaus an diejenigen von sehr feinporigen Challengeriden, insbesondere von *Heliochallengeron Channeri*. Während man also sonst vergebens nach näheren Beziehungen zwischen den Phäocalpien und Phäogromien sucht, zeigt sich hier auf einmal eine weitgehende Uebereinstimmung speciell zwischen einigen Circoporiden und Challengeriden, eine Uebereinstimmung, die freilich zunächst nur als Konvergenzerscheinung gedeutet zu werden braucht. Erwähnt mag nur noch werden, daß auch bei dieser Gruppe von

Circoporiden, zu welcher 5 von den mir vorliegenden Arten gehören (*Circoporus oxyacanthus*, *hexapodius* und *sexfuscinus*, Taf. XX, Fig. 172—174; *Circostephanus longispinus* und *valdiviae*, Taf. XXI, Fig. 178 und 179), in die Schale Tangentialnadeln eingestreut sind. Ueber deren genauere Lage habe ich indessen nichts ermitteln können.

Vermutlich besitzen auch mehrere andere, von HAECKEL beschriebene Formen diese Schalenstruktur. Bei einigen derselben, z. B. *Circostephanus coronarius* (HAECKEL, Rep., Taf. CXVI, Fig. 3; Textfig. 17d), kommt noch eine weitere Struktur hinzu, indem die Radialstacheln in ähnlicher Weise, wie bei den doppelt-gefelderten Formen, durch Leisten verbunden sind. Es mögen diese Formen als **grob-gefeldert** bezeichnet werden.

In Bezug auf die Beschaffenheit der Pylomöffnung[1], der Porenfelder und Radialstacheln kann ich die Beschreibung HAECKEL's im wesentlichen bestätigen. Nur auf zwei Punkte will ich in kurzem noch besonders hinweisen, weil dieselben, wie unten ausgeführt werden soll, bei einer natürlichen Gruppierung der Formen wesentlich ins Gewicht fallen. In erster Linie ist hervorzuheben, daß hinsichtlich der morphologischen Beschaffenheit des Pyloms zwei Grenzfälle bestehen. Entweder besitzt dasselbe im Vergleich zur Schalengröße einen verhältnismäßig geringen Durchmesser und ist von derben, körnig-bedornten Zähnen umgeben, welche die Oeffnung großenteils überwölben, so daß die eigentliche Schalenmündung die Gestalt eines stern- oder rosettenförmigen Spaltes besitzt (**sternförmiges Pylom,** Textfig. 17b u. e), oder es stellt sich bei Oberflächenansicht als eine verhältnismäßig sehr weite Oeffnung dar, welche an ihrem Rande nur mit einigen isoliert stehenden, dünnen, bedornten Zähnen besetzt ist (**weitklaffendes Pylom,** Textfig. 17a).

Der andere Punkt betrifft die von den Poren durchbrochene Basis der Radialstacheln. Bei einigen Formen bilden die Porenfelder flache, wenig oder gar nicht über die Schalenoberfläche erhabene, von zahlreichen (8—16) Poren durchbrochene Scheiben (**siebförmige** Stachelbasen, Textfig. 17b), bei anderen Arten dagegen sind die Stachelbasen, ähnlich wie bei manchen Castanelliden und den meisten Tuscaroren, kegel- oder pyramidenförmig ausgezogen und in diesem Fall von nur wenigen (3—5, höchstens 8) fensterartigen Oeffnungen durchbrochen (**kegelförmige** Stachelbasen, Textfig. 17a).

Ueber den Weichkörper vermag ich keine bestimmten Angaben zu machen. Im Hinblick auf die bei anderen Tripyleen gemachten Beobachtungen wird man wohl mit Bestimmtheit sagen dürfen, daß die Radialstacheln vollkommen vom Kalymma eingeschlossen sind und mit ihren Terminalästen die extrakalymmale Sarkodehaut ausgespannt halten. Die Form des Weichkörpers wird also im ganzen die eines Polyeders mit stark konkaven Flächen sein.

Das Phäodium zeigt, soviel ich an Ganz- und Schnittpräparaten sehen konnte, keine Besonderheiten.

Die Centralkapsel ist, wie schon HAECKEL angiebt, von beträchtlicher Größe und liegt im aboralen Teil des Schalenraumes (Taf. XX, Fig. 173). Die vom Phaeodium umhüllte Astropyle ist daher gegen das Pylom gerichtet. Nach HAECKEL sind bei den Circoporiden gewöhnlich

[1]) Daß dem Pylom bei den einzelnen Circoporiden eine verschiedene phylogenetische Entstehungsweise zugeschrieben werden muß, hat DREYER (Jen. Zeitschr., Bd. XXIII, 1889, S. 140 und 148) nachzuweisen versucht. Bei *Haeckeliana* sei es durch Verschmelzung von zwei einander gegenüberliegenden Poren zweier benachbarter Radialstacheln, bei den übrigen Circoporiden durch Umbildung eines ganzen Porenkranzes entstanden.

mehr als zwei Parapylen vorhanden, die Gattung *Circoporus* scheine 6, die Gattung *Circospathis* 9 Parapylen zu besitzen, so daß wahrscheinlich jeder die Basis eines Radialstachels umgebende Porenkranz einer Parapyle gegenüberliegt. Bei *Haeckeliana* konnte HAECKEL keine Parapylen beobachten. Gegenüber diesen Angaben, die übrigens von HAECKEL selbst als unbefriedigend und der Bestätigung bedürftig bezeichnet werden, möchte ich hervorheben, daß ich bei einem Exemplar von *Circospathis sexfurca* auf Schnitten die Zweizahl der Parapylen mit Sicherheit feststellen konnte (Taf. XXXIII, Fig. 255). Bei der Spärlichkeit meines Circoporidenmaterials war ich nicht in der Lage, weitere Schnittserien anzufertigen, bezw. diese Beobachtung auf andere Formen auszudehnen. Es scheint mir aber im Hinblick darauf, daß auch bei den nahe verwandten Tuscaroren die Parapylenzahl konstant, d. h. nicht von der Stachelzahl abhängig ist, wahrscheinlich zu sein, daß auch bei anderen Circoporiden nur 2 Parapylen vorhanden sind.

Das eben erwähnte Exemplar von *Circospathis sexfurca* enthielt in seiner Centralkapsel 2 dicht nebeneinander gelegene Kerne (Taf. XXXIII, Fig. 255). Soweit die mangelhafte Konservierung ein Urteil zuläßt, scheinen die Kerne eine grobschollige Struktur nach Art vieler Aulacanthidenkerne zu besitzen. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß bei den Circoporiden, ebenso wie bei den Castanelliden, ein zweikerniges Stadium beobachtet werden konnte, während ein solches bei den den Circoporiden nächstverwandten Tuscaroriden stets zu fehlen scheint.

In Bezug auf die Horizontal- und Vertikalverbreitung der Circoporiden läßt sich nur wenig Allgemeines sagen. Die kleinen *Circoporus*-Arten (*C. oxyacanthus, hexapodius, sexfuscinus*) sind nach den Befunden der „Valdivia" Warmwasserformen, für *C. sexfuscinus* läßt sich außerdem zeigen, daß diese Art häufig oberhalb des 200 m-Horizontes vorkommt. Es würde also die Angabe HAECKEL's, daß alle Circoporiden Bewohner der großen Tiefen sind, in dieser Richtung zu korrigieren sein.

Im Gegensatz zu den kleineren *Circoporus*-Arten kommt *Circospathis sexfurca* offenbar mehr in kühleren Meeresgebieten vor und wurde, wenigstens einmal, in mehreren offenbar lebensfrischen Exemplaren in sehr beträchtlichen Tiefen (*Aulospathis*-Horizont der Tuscarorenschicht, 1500—1000 m) gefischt.

Tiefenbewohner sind offenbar auch die Haeckelianen. Das Schließnetz der „Valdivia" brachte an verschiedenen Stellen des nördlichen und südlichen Indik, sowie der Antarktis Haeckelianen aus sehr bedeutenden Tiefen (800—1700 m) herauf.

Systematik. HAECKEL teilt die Familie der Circoporiden in zwei Unterfamilien, die Circogonida und Haeckelinida, ein. Erstere besitzen eine sphärische oder polyedrische, getäfelte Schale mit einer bestimmten Anzahl von geometrisch angeordneten, mit Terminalästen versehenen Radialstacheln, letztere eine sphärische, mit rundlichen Grübchen bedeckte (gestanzte) Schale mit einer variabeln Zahl von einfachen Radialstacheln. HAECKEL läßt es dahingestellt sein, ob man die beiden Gruppen nicht besser als besondere Familien zu betrachten habe.

Ich halte eine derartige Spaltung der Familie nicht für notwendig, da ja auch innerhalb der Familie der Castanelliden einerseits polyedrische, mit einer begrenzten Zahl von Stacheln ausgestattete, andererseits sphärische, mit zahlreichen Radialstacheln gleichmäßig besetzte Formen vorkommen, und da ferner, wie wir sahen, zwischen der getäfelten Schale der Circogoniinen und der gestanzten von Haeckeliana kein tiefgreifender Unterschied besteht.

Ich möchte also die ursprünglich von HAECKEL vorgeschlagene Klassifikation beibehalten, jedoch die Haeckelinida oder besser Haeckelianinen als die augenscheinlich primitiveren, mit den Castanelliden in engerer Berührung stehenden Formen den specialisierteren Circogoniinen voranstellen.

Innerhalb der Circogoniinen unterscheidet HAECKEL nach der Schalengestalt und Stachelzahl 5 Gattungen:

Circoporus	Schale	oktaedrisch oder sphärisch	6 Radialstacheln.
Circospathis	„	tetradekaedrisch [1])	9 „
Circogonia	„	ikosaedrisch	12 „
Circorrhegma	„	dodekaedrisch	20 „
Circostephanus	„	polyedrisch	24—40 oder mehr Radialstacheln.

Innerhalb dieser 5 Gattungen werden von HAECKEL im ganzen 15 Arten aufgezählt.

BORGERT (1902) hat sodann dem Material der Plankton-Expedition zwei weitere Arten entnommen und außerdem eine der HAECKEL'schen Arten in zwei gespalten.

Das Circogoniinenmaterial der „Valdivia"-Ausbeute ist, was Formenreichtum anbelangt, nicht besonders reichhaltig. Es fanden sich im ganzen nur 6 Arten, von welchen nach der HAECKEL'schen Gattungsdiagnose 4 zur Gattung *Circoporus* und je eine zu *Circogonia* und *Circorrhegma* gestellt werden müssen. Neu ist nur eine einzige Form (*Circostephanus valdiviae*).

Trotz dieser verhältnismäßigen Spärlichkeit des mir zur Verfügung stehenden Vergleichsmaterials glaube ich nun doch den Versuch machen zu dürfen, an Stelle des provisorischen, von HAECKEL vorgeschlagenen Systems eine die natürlichen Beziehungen der Formen zum Ausdruck bringende Einteilung zu setzen.

Zunächst habe ich die Anschauung gewonnen, daß es bei den Circoporiden nicht angängig ist, die Stachelzahl und die ihr entsprechende Grundform der Schale als eigentlichen Ausgangspunkt für die Einteilung heranzuziehen.

In erster Linie ist nämlich zu sagen, daß, wie bei den Tuscaroren, so auch bei den Circoporiden die Stachelzahl innerhalb gewisser Grenzen variabel ist. So hat schon BORGERT angegeben, daß von *Circoporus oxyacanthus* Individuen vorkommen, welche statt 6 7 Stacheln besitzen, und ebenso scheint bei einigen der mir vorliegenden Formen, soweit dies an nicht ganz vollständigen Exemplaren festgestellt werden kann, die Stachelzahl nicht immer genau der Eckenzahl regulärer Polyeder zu entsprechen.

Sodann kann gezeigt werden, daß viele Formen, die in ihrem ganzen Habitus und hinsichtlich einer Reihe von Einzelmerkmalen miteinander genau übereinstimmen, bezüglich der Stachelzahl bedeutend differieren, und daß umgekehrt Formen mit gleicher Stachelzahl einen sehr verschiedenen Habitus aufweisen können. So stimmen z. B. *Circoporus sexfurcus* HAECKEL (Taf. XX, Fig. 171) und *Circospathis furcata* HAECKEL (Rep., Taf. CXV, Fig. 4), was die Endverzweigung der Radialstacheln, die Beschaffenheit der Porenkränze, die Täfelung und die Mundbewaffnung anbelangt, aufs genaueste überein, während sie ihrer verschiedenen Stachelzahl zu Liebe im HAECKEL'schen System zwei verschiedenen Gattungen zuzuweisen sind. Andererseits zeigen z. B. *Circoporus sexfurcus* HAECKEL (Taf. XX, Fig. 171) und *C. oxyacanthus* BORGERT

1) Als „Tetradekaeder" bezeichnet HAECKEL ein subreguläres Polyeder mit 14 dreieckigen Flächen und 9 Ecken, welche in drei unter rechten Winkeln sich kreuzenden Meridionalebenen liegen.

(Taf. XX, Fig. 173), welche die gleiche Stachelzahl aufweisen, in keinem einzigen der übrigen Charaktere Uebereinstimmung.

Auch einige allgemeine Betrachtungen führen dazu, der Zahl der Stacheln kein zu großes Gewicht beizulegen. Es wurde oben gezeigt, daß auch innerhalb der Gattung *Castanidium* sehr variable, zum Teil mit der Eckenzahl regulärer Polyeder übereinstimmende Zahlenverhältnisse vorkommen und ebenso, wie man hier in der Verminderung der Stachelzahl und in der regelmäßigeren Gruppierung der Stacheln nur Anpassungen zu sehen hat, welche dem Streben nach Materialersparnis und den statischen Anforderungen Rechnung tragen, so dürfte auch bei den Circoporiden die Stachelzahl weniger durch eine immanente stereometrische Grundform, als durch die Funktion bedingt sein. In diesem Falle wird man aber auch die Möglichkeit zugeben müssen, daß gewisse bestimmte Stachelzahlen von recht verschiedenen Formen in selbständiger Weise erworben worden sind, daß also in vielen Fällen die Uebereinstimmung in der Stachelzahl nicht auf einer näheren Verwandtschaft, sondern auf Konvergenz beruht.

Während so aus verschiedenen Gründen die Stachelzahl und die Grundform der Schale nicht als Grundlage für die natürliche Einteilung der Circoporiden festgehalten werden können, scheinen mir andere Merkmalsgruppen von größerer systematischer Bedeutung zu sein. Insbesondere dürfte auf den Gegensatz, der einerseits zwischen wabig-gefelderten und doppelt-gefelderten (Textfig. 17 b und e), andererseits zwischen glatten, feinwabigen Schalen (Textfig. 17 a) besteht, ein größeres Gewicht zu legen sein, um so mehr, als andere Merkmale mit den verschiedenen Typen der Schalenstruktur korrelativ verbunden zu sein scheinen. So finden sich, soweit ich sehe, das sternförmige Pylom und die siebförmigen Stachelbasen fast durchweg nur bei wabig-gefelderten und doppelt-gefelderten Schalen (Textf. 17b und e), während das weitklaffende Pylom und die kegelförmigen Stachelbasen mehr oder weniger an die feinwabige Schalenstruktur gebunden zu sein scheinen (Textfig. 17a). In dieser Verkuppelung verschiedener Charaktere scheint mir ein Moment zu liegen, welches bei jedem Einteilungsversuch in erster Linie zu berücksichtigen ist.

Mit wenigen Worten ist noch der Zahl der Terminaläste und der terminalen und basalen Anschwellungen der Radialstacheln zu gedenken. Daß alle diese Bildungen, die mit der größeren oder geringeren Beanspruchung der Radialstacheln als Stützen und Druckfänger zusammenhängen, außerordentlich schwankende Verhältnisse zeigen, ist aus einem Vergleich mit anderen Tripyleen (*Aulospathis, Aulosphaera* u. a.) ohne weiteres ersichtlich. Eine höhere systematische Bedeutung kommt also denselben in keinem Falle zu.

Auf Grund aller dieser Betrachtungen bin ich dazu gelangt, in der Familie der Circoporiden die Karten nochmals durcheinanderzumischen und eine vollständige Umordnung des Haeckel'schen Systems vorzunehmen. Speciell die Unterfamilie der Circogoniinen würde danach in folgende Gattungen zerfallen:

I. ***Circospathis*** Haeckel, partim. Schale sphärisch oder polyedrisch, wabig gefeldert, mit sternförmigem Pylom und siebförmigen Stachelbasen (vergl. Taf. XX, Fig. 171 und Textfig. 17b).

Große, wahrscheinlich tiefenbewohnende Formen mit einem Durchmesser von 0,5—0,6 mm. Hierher gehören:

1) *Circogonia dodecacantha* Haeckel (12 Radialstacheln, 2 Terminaläste).
2) *Circospathis tetrodonta* Haeckel (9 Radialstacheln, 4 Terminaläste).
3) *Circospathis tetradeca* Haeckel (9 Radialstacheln, meist 3 Terminaläste).
4) *Circospathis furcata* Haeckel (9 Radialstacheln, 2 Terminaläste).
5) *Circoporus sexfurcus* Haeckel (6 Radialstacheln, 2 Terminaläste).

II. ***Circogonia*** Haeckel, partim. Schale polyedrisch, doppeltgefeldert mit sternförmigem Pylom und siebförmigen Stachelbasen (z. B. Textfig. 17e). Große, wahrscheinlich tiefenbewohnende Formen mit einem Durchmesser von 0,6—0,8 mm. Hierher:

6) *Circorrhegma dodecahedra* Haeckel (20 Radialstacheln, 5 Terminaläste).
7) *Circogonia icosaedra* Haeckel (12 Radialstacheln, 5 Terminaläste).
8) *Circospathis novena* Haeckel (9 Radialstacheln, 3 Terminaläste).

III. ***Circoporetta*** n. g. Schale polyedrisch, trigonal-gefeldert (ähnlich der Schale von *Porospathis* [*Polypetta*]), mit sternförmigem Pylom und kegelförmigen Stachelbasen (Textfig. 17c). Kleine, 0,16 mm im Durchmesser betragende Formen. Hierher:

9) *Circoporus octahedrus* Haeckel (6 Radialstacheln, 4 Terminaläste).

IV. ***Circostephanus*** Haeckel, partim. Schale polyedrisch oder nahezu sphärisch, glatt, feinwabig (Textfig. 17a) oder glatt, grob gefeldert[1]) (Textfig. 17d), mit kegelförmigen Stachelbasen. Pylom entweder in der Mitte zwischen dem sternförmigen und weitklaffenden Typus stehend, oder ausgesprochen weitklaffend (Taf. XXI, Fig. 178 u. 179, Textfig. 17d und 17a). Meist größere Formen mit einem Durchmesser von 0,35—0,8 mm.

10) *Circostephanus polygonarius* Haeckel (30—40 Radialstacheln, 8—9 Terminaläste).
11) *Circostephanus sexagenarius* Haeckel (32 Radialstacheln, 5 Terminaläste).
12) *Circostephanus coronarius* Haeckel (24—30 Radialstacheln, 5 Terminaläste).
13) *Circostephanus valdiviae* n. sp. (20 Radialstacheln, 5 Terminaläste).
14) *Circogonia longispina* Borgert (12 Radialstacheln, 4 Terminaläste).

V. ***Circoporus*** Haeckel, partim. Schale sechsstrahlig, sphärisch oder von der Gestalt eines regulären Oktaeders oder einer tetragonalen Doppelpyramide, glatt, feinwabig, Pylom weitklaffend, Stachelbasen kegelförmig (Taf. XX, Fig. 172—174). Kleine, 0,14—0,25 mm im Durchmesser betragende, wahrscheinlich knephoplanktonische oder pamplanktonische Formen. Hierher gehören:

15) *Circoporus oxyacanthus* Borgert.
16) *Circoporus hexapodius* Borgert.
17) *Circoporus sexfuscinus* Haeckel.

Wahrscheinlich auch:

18) *Circoporus hexastylus* Haeckel.
19) *Circoporus characeus* Haeckel.

1) „by high prominent crests" (Haeckel).

1. Unterfamilie. Haeckelianinae.

Mit sphärischer Schale, welche mit einem unregelmäßigen Trabekelsystem oder mit rundlichen Grübchen bedeckt (gestanzt) ist und eine ausgesprochene Porzellanstruktur besitzt, sowie mit einer variabeln Zahl von einfachen, der Terminaläste entbehrenden Radialstacheln.

Gattung *Haeckeliana* JOHN MURRAY.

Schale sphärisch, mit einem unregelmäßigen Trabekelsystem (Taf. XIX, Fig. 170; Textfig. 19) oder mit rundlichen Grübchen (Textfig. 20) bedeckt, mit einer wechselnden Zahl von Radialstacheln, deren Basen je von einem Kranze von 4—6, meist 5 Poren umgeben sind.

HAECKEL unterschied 6 Arten, welche „einander sehr nahe verwandt sind, und, obgleich die extremen Formen nach Gestalt und Struktur sehr verschieden erscheinen, durch eine kontinuierliche Reihe von intermediären Formen miteinander verbunden sind, so daß sie als Varietäten einer einzigen Species betrachtet werden können, welche zuerst von JOHN MURRAY beobachtet und von ihm als *Haeckeliana porcellana* bezeichnet worden ist.“ Die abändernden Charaktere sind, wie HAECKEL angiebt, die Zahl der Radialstacheln (16—55), ihre Länge, die Länge der Nebendornen, der Durchmesser der Porenkränze im Verhältnis zur Breite der Intervalle, der Umriß der flachen Grübchen.

BORGERT (1901 a) hat eine weitere Form unter der Bezeichnung *Haeckeliana labradoriana* hinzugefügt, welche sich ebenfalls nur unwesentlich von *Haeckeliana porcellana* J. MURRAY unterscheidet.

Ich habe ein ziemlich großes Material vor mir liegen und habe nach längeren Versuchen darauf verzichten müssen, die einzelnen Individuen mit den HAECKEL'schen Arten zu identifizieren. Die Exemplare, welche an der nämlichen Station oder an benachbarten Stationen gefunden wurden, zeigten eine außerordentliche Variabilität hinsichtlich der oben aufgezählten Charaktere: nebeneinander kamen Individuen mit vorzugsweise fünfporigen und solche mit fast ausschließlich vierporigen Kränzen vor, und ebenso fanden sich nebeneinander große und kleine, lang- und kurzstachelige Exemplare. Kurz, ich glaube nicht, daß eine weitergehende Specialisierung durchführbar ist, und so sehe ich mich denn veranlaßt, den überwiegend größten Teil meiner Exemplare unter der MURRAY'schen Bezeichnung *H. porcellana* zusammenzufassen.

Nur einige wenige, vorzugsweise in der Antarktis und im südlichen Indik erbeutete Formen ließen auf den ersten Blick einen erheblich verschiedenen Habitus erkennen. Während nämlich bei den von HAECKEL und BORGERT beschriebenen Formen, sowie bei den meisten mir vorliegenden Exemplaren die flachen Grübchen der Schale einen rundlichen Umriß[1]) haben, und während dieselben höchstens so groß wie die Poren und von niedrigen breiten Balken umgeben sind (Textfig. 20), sind dieselben bei der antarktisch-südindischen Form, die ich als *H. irregularis* bezeichnen will, ausgesprochen polygonal, zum Teil viel größer als die Poren und von schmalen, scharfkantigen, vielfach bogig verlaufenden Leisten umgeben (Textfig. 19)[2]). Als weiterer Unter-

1) Auch die beiden Arten *H. maxima* und *Lamarckiana*, bei welchen die Grübchen im Text als unregelmäßig polygonal beschrieben werden, weisen den HAECKEL'schen Abbildungen zufolge Poren mit mehr oder weniger abgerundetem Umriß auf.

2) In unserer Tafelfigur (Taf. XIX, Fig. 170) ist uns die Wiedergabe der Oberflächenstruktur von *H. irregularis* insofern nicht ganz gelungen, als die Leisten verhältnismäßig zu breit ausgefallen sind. Ich gebe daher noch eine Textfigur, in welcher die Beschaffenheit der Leisten eine naturgetreuere Darstellung gefunden hat.

schied zwischen *H. porcellana* und *irregularis* kommt hinzu, daß bei ersterer die Knotenpunkte des Balkenwerks — abgesehen von den Rändern der Porenkränze — nur ganz vereinzelt von Nebendornen besetzt sind, während bei letzterer ein großer Teil der Knotenpunkte Nebendornen trägt. Im ganzen kann man sagen, daß die Oberflächenstruktur der *H. porcellana* mehr einen wabigen Charakter hat und mit der Struktur der Schale von *Circoporus sexfurcus* (Taf. XX, Fig. 171) direkt vergleichbar ist, während die Schale von *H. irregularis* ein mehr netzartiges Relief besitzt.

Haeckeliana porcellana John Murray (sens. lat.).

Taf. XX, Fig. 177; Textfig. 20.

Haeckeliana porcellana John Murray, 1879; Haeckel 1887, S. 1701, Taf. CXIV, Fig. 6.

Schale kugelig, mit 16—55, meist 30—40 Radialstacheln, welche länger oder kürzer als der Schalenradius sind. Porenkränze mit 4—6, meist mit 5 Poren (bei einzelnen Individuen, so auch bei der Var. *Goetheana* (Haeckel), herrscht die Vierzahl vor, bei der Var. *maxima* (Haeckel) die Sechszahl). Porenwand in der Regel mit zwei Wärzchen oder Zähnchen besetzt. Rand der Porenfelder von Nebendornen umstanden.

Die Zwischenräume zwischen den Porenfeldern sind mit flachen Grübchen von rundlichem Umriß bedeckt. Dieselben sind voneinander getrennt durch flache, ziemlich gleichmäßig breite Balken, deren Breite ungefähr ein Drittel oder Viertel des Durchmessers der Grübchen beträgt. Die Oberflächenstruktur der Schale hat also im ganzen ein wabiges (gestanztes) Aussehen. Nur vereinzelte der Knotenpunkte des Balkenwerks tragen Nebendornen.

Pylom von einem Kranz von kleinen Zähnchen oder Nebendornen umgeben.

Durchmesser der Schale: 0,35—0,58 mm. Die kleinsten Individuen mit einem Durchmesser von 0,32—0,35 mm fanden sich im nördlichen Indik (die nur 0,25—0,3 mm große Var. *Goetheana* (Haeckel) stammt aus dem nördlichen Pacifik). Die größten Individuen mit einem Durchmesser von 5,8 mm erhielt ich aus dem südlichen Indik (T.-St. 174).

Fundorte: T.-St. 91, 117 (Benguelastrom, V.), 120 (Westwindtrift, Schl.-N. 1500—1000, 2 Exemplare mit Weichkörper), 173, 174 (südlicher Indik, V., mehrere, zum Teil sehr große Exemplare mit Weichkörper) 227 (nördlicher Indik, Schl.-N. 1000—800), 229 (nördlicher Indik, Schl.-N. 1600—1000 und 800—600, mehrere sehr kleine Exemplare mit Weichkörper).

Verbreitung. Zum gleichen Formenkreis gehören zweifellos die 6 Haeckel'schen Arten *(porcellana, maxima, Lamarckiana, Murrayana, Goetheana, Darwiniana)* sowie *H. labradoriana* Borgert. Diese Formen stammen aus dem äquatorialen Atlantik *(maxima)*, südlichen Atlantik *(Lamarckiana)*, nördlichen Pacifik *(Goetheana, Darwiniana)*, centralen Pacifik *(Murrayana)*, südlichen Pacifik *(Lamarckiana)* und Labradorstrom *(labradoriana)*. Danach würde die *H. porcellana* (sensu lat.) im allgemeinen in warmen und kühleren Meeresgebieten und zwar, wie die Schließnetzfänge der T.-St. 120, 227 und 229 zeigen, in der Tuscarorenschicht (400—1500 m) verbreitet, also als eine skotoplanktonische Form zu betrachten sein. In der eigentlichen Antarktis wurde diese Form nicht aufgefunden.

H. irregularis n. sp.

(Taf. XIX, Fig. 170; Taf. XX, Fig. 176; Textfig. 19.

Schale kugelig, mit 30—40 Radialstacheln, welche länger als der Schalenradius sind. Porenkränze mit 4 oder 5 Poren. Rand der Poren fast durchweg mit 4 Zähnchen besetzt, von welchen kurze Querleisten zu den benachbarten Leisten gehen.

Die Zwischenräume zwischen den Porenkränzen sind mit flachen Grübchen von unregelmäßig polygonalem Umriß bedeckt. Dieselben sind voneinander getrennt durch schmale, scharfkantige, vielfach bogig verlaufende, zum Teil auch unterbrochene Leisten. Die Oberflächenstruktur der Schale hat demnach im ganzen einen netzartigen Charakter. Der größere Teil der Knotenpunkte trägt Nebendornen.

Pylom von einem Kranz kleiner Zähnchen umgeben.

Durchmesser der Schale 0,33—0,6 mm.

Fundorte: T.-St. 117 (Benguelastrom, V., neben *H. porcellana*), T.-St. 120 (Antarktis, Schl.-N. 1500—1000, 3 Exemplare), 170, 174 (südlicher Indik, Schl.-N. 1700—1000), 214 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. In warmen und kalten Meeresteilen weit verbreitete, skotoplanktonische Tiefenform.

2. Unterfamilie. Circogoniinae.

Schale sphärisch oder polyedrisch, wabig-gefeldert (panelled) oder glatt. Radialstacheln in bestimmter Anzahl mehr oder weniger geometrisch über die Schalenoberfläche verteilt, mit wenigen, meist 2 oder 3, eine Gabel bildenden Endästen und mit dünnen, langen Seitendornen.

1. Gattung. *Circospathis* Haeckel, partim.

Schale sphärisch oder polyedrisch, wabig-gefeldert, mit sternförmigem Pylom und siebförmigen Stachelbasen. Große, wahrscheinlich tiefenbewohnende Formen mit einem Durchmesser von 0,5—0,6 mm.

Circospathis sexfurca Haeckel.

Taf. XX, Fig. 173; Taf. XXX, Fig 255; Textfig. 18.

Challengeria sp. John Murray, 1876, Proc. Roy. Soc., V. 24, Taf. XXIV, Fig. 5; *Circoporus sexfurcus* Haeckel, 1887, S. 1694, Taf. CXVII, Fig. 5.

Schale sphärisch (nach Haeckel) oder in der Richtung einer Hauptachse etwas ausgezogen, wabig-gefeldert. 6 Radialstacheln, welche kürzer oder so lang wie der Schalendurchmesser, mit dünnen, gebogenen Borsten und am Ende mit 2 gebogenen, gabelförmig angeordneten Terminalästen versehen sind. Stachelbasis siebförmig mit 12—16 Poren, welche von einem Kranz von langen, gebogenen Borsten umgeben sind. Pylom sternförmig, mit 4 dreiseitigen, über die Oeffnung sich wölbenden Zähnen.

Längster Schalendurchmesser 0,55—0,75 mm.

Fundorte: Ch.-St. 289 (südlicher Pacifik); T.-St. 120 (Westwindtrift, Schl.-N. 1500—1000, zwei vollständige, dicht mit Phäodium gefüllte Exemplare), 174 (indischer Südäquatorialstrom, V., ein gut erhaltenes Exemplar).

2. Gattung. *Circogonia* Haeckel, partim.

3. Gattung. *Circoporetta* n. gen.

4. Gattung. *Circostephanus* Haeckel, partim.

Schale nahezu sphärisch, polyedrisch, entweder glatt und grobgefeldert (*C. coronarius* Haeckel, Textfig. 17b, u. a.) oder glatt, feinwabig, mit kegelförmigen Stachelbasen. Pylom mehr oder weniger ausgeprägt weitklaffend. Meist größere Formen mit einem Durchmesser von 0,35—0,8 mm.

Circostephanus valdiviae n. sp.

Taf. XXI, Fig. 179.

Schale annähernd von der Gestalt eines Dodekaeders mit ausgezogenen Ecken und konkaven Flächen, mit glatter Oberfläche, feinwabig. Von den zu kräftigen, gefensterten Basalpyramiden ausgezogenen Ecken der Schale erheben sich die 20 schlanken Radialstacheln, welche etwa so lang wie der Schalendurchmesser, am Ende mit 5 dünnen, doldenförmig angeordneten Terminalästen und in ihrer ganzen Länge mit feinen, gebogenen Seitendornen ausgestattet sind (in der Fig. 179 sind diese, im Präparat großenteils abgebrochenen Seitendornen aus Versehen weggelassen). Pylomöffnung mit einem Kranz von etwa 8 langen, zugespitzten Zähnen.

Durchmesser der Schale 0,5, Durchmesser des ganzen Tieres (von Stachelspitze zu Stachelspitze gemessen) 1,5 mm.

Circostephanus valdiviae hat eine große Aehnlichkeit mit dem südpacifischen *C. coronarius* Haeckel (Rep., S. 1699, Taf. CXVI, Fig. 3) welcher jedoch durch die größere Zahl (24—30) und geringere Länge der Stacheln, durch die stärkere Konkavität der Polyederflächen durch kürzere Pylomzähne und vor allem durch die grobe Felderung unterschieden ist.

Auch mit der folgenden Art, *C. longispinus*, stimmt *C. valdiviae* in vielen Punkten überein. Man wird im ganzen sagen dürfen, daß die 3 Arten *C. coronarius*, *valdiviae* und *longispinus* eine zusammenhängende Reihe von glattschaligen, polyedrischen Formen bilden, in welcher die Stachelzahl ab- und die Stachellänge zunimmt

Fundorte: T.-St. 239 (nördl. Indik, V., Reste), 268 (nördlicher Indik, ziemlich vollständiges Exemplar).

C. longispinus Borgert.

Taf. XXI, Fig. 178.

Circogonia (?) longispina Borgert, 1902, S. 574, Fig. 10.

Schale annähernd von der Gestalt eines Ikosaeders mit ausgezogenen Ecken und ziemlich ebenen Flächen, mit glatter Oberfläche und feinwabig. Von den zu hohen, schlanken, gefensterten Basalpyramiden ausgezogenen Ecken erheben sich die 12 sehr schlanken Radial-

stacheln, welche mehr als anderthalbmal so lang als der Schalendurchmesser sind, am Ende 4 (seltener 5) spitzige, doldenförmig angeordnete Terminaläste tragen und an ihrer Oberfläche mit zahlreichen, kleinen, zerstreut angeordneten, nach dem distalen Stachelende gekrümmten Dornen besetzt sind. Pylomöffnung verhältnismäßig weit, mit 4—8 kurzen, weit voneinander abstehenden, gezähnelten Dornen.

Durchmesser der Schale 0,35, des ganzen Tieres 1,8 mm.

Die mir vorliegenden Exemplare stimmen sehr gut mit der Beschreibung überein, welche BORGERT an der Hand einiger Bruchstücke gegeben hat.

Fundorte: Nordäquatorialstrom, Südäquatorialstrom (BORGERT); T.-St. 190 (indischer Gegenstrom, V., 3 Exemplare).

5. Gattung. *Circoporus* HAECKEL, partim.

Schale sechsstrahlig, sphärisch oder von der Gestalt eines regulären Oktaeders oder einer tetragonalen Doppelpyramide. Pylom weitklaffend, Stachelbasen kegelförmig. Kleine, 0,14—0,25 im Durchmesser betragende, wahrscheinlich knephoplanktonische oder pamplanktonische Formen.

Circoporus oxyacanthus BORGERT.

Taf. XX, Fig. 173.

Circoporus oxyacanthus BORGERT, 1902, S. 571; Fig. 8; 1903, S. 753.

Schale annähernd kugelig, mit 6 (seltener 7) Radialstacheln, deren Länge gleich oder etwas größer als der Schalendurchmesser ist. Die spitzig auslaufenden Radialstacheln mit kegelförmigen Basen, welche 3—5, meist 4 länglich runde Poren und einen Quirl von meist 8 dünnen, gebogenen Seitenstacheln tragen. Etwa in der Mitte der Radialstacheln ein zweiter Quirl von gewöhnlich 3, seltener 4 kürzeren, dickeren, nach außen gebogenen Seitenstacheln.

Pylom groß, dreieckig oder rundlich, mit 4 dünnen, bedornten Mundstacheln.

Durchmesser der Schale 0,14—0,2 mm.

Fundorte: Guineastrom, Südäquatorialstrom (BORGERT); T.-St. 43, 54, 55 (Guineastrom, V., häufig), 64 (Golf von Guinea, V.), 74 (Benguelastrom, V.), 228 (nördlicher Indik, Schl.-N. 420—350), 236, 240, 268 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. Anscheinend knephoplanktonische oder pamplanktonische Warmwasserform.

C. hexapodius BORGERT.

Taf. XX, Fig. 172.

Circoporus sexfuscinus HAECKEL, partim, 1887, S. 1695, Taf. CXV, Fig. 2; *Circoporus hexapodius* BORGERT, 1902, S. 572, Fig. 9; 1903, p. 753.

Schale subregulär oktaedrisch mit verlängerter Hauptachse und mit konvexen Flächen, der Gestalt einer tetragonalen Doppelpyramide sich nähernd (im ganzen in der Gestalt mit der Schale von *Circospathis sexfurca* übereinstimmend), feinwabig. Radialstacheln mit kegelförmigen Basen, welche einen Kranz von 4 (seltener 3) eiförmigen Poren, sowie einen

Quirl von 4 langen, dünnen, gebogenen Seitenstacheln tragen. Unterhalb der Stachelmitte steht ein zweiter Quirl von meist 4 ähnlichen, aber etwas kürzeren Seitenstacheln. Stachelende blasig aufgetrieben, mit einem Quirl von 3 (selten 2) spitzigen Terminalästen. Pylom groß, dreieckig, eine der Oktaederflächen beinahe vollständig einnehmend, mit 3 langen, bedornten, der Mitte der Dreiecksseiten aufsitzenden Mundstacheln.

Durchmesser 0,2—0,25 mm.

Fundorte: Guineastrom (200—400 m, 450—650 m), Südäquatorialstrom (Borgert).

T.-St. 48 (Südäquatorialstrom, Schl.-N. 2700—2000, leere Schale), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 55 (Guineastrom, V. 600), 214 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. Anscheinend Warmwasserform.

C. sexfuscinus Haeckel (partim).

Taf. XX, Fig. 174, 175.

Circoporus sexfuscinus (partim) Haeckel, 1887, S. 1695, Taf. CXV, Fig. 1—3; Borgert, 1901 (Trip. Mittelm.), S. 243, Taf. XI, Fig. 7.

Schale subregulär oktaedrisch, feinwabig. Radialstacheln mit kegelförmigen Basen, welche einen Quirl von 3—5 langen Seitendornen tragen, ohne zweiten Quirl und ohne terminale Auftreibung, mit drei spitzigen Terminalästen. Pylom kleeblattförmig, mit drei (nach Haeckel 4) spitzigen Mundzähnen.

Schalendurchmesser 0,2—0,25 mm.

Fundorte: Ch.-St. 348 (tropischer Atlantik); Mittelmeer (Borgert); T.-St. 55 (Guineastrom, P. 200), 220, 226, 231 (nördlicher Indik, P. 200). Nach Skizzen von Apstein auch in T.-St. 221 (nördlicher Indik, Schl.-N. 200—160, 160—120) gefunden.

Verbreitung. Offenbar knephoplanktonische Warmwasserform.

7. Familie. Tuscaroridae.

Tuscarorida, Haeckel 1887.

Große Tripyleen mit einachsiger, im allgemeinen flaschenförmiger Schale. Schalenwandung porös, porzellanartig, mit engen Porenkanälen. Die hohlen, von Achsenfäden durchzogenen und an der Basis von wenigen (meist drei oder vier) Poren umgebenen Schalenstacheln sind in Kreisen um die Hauptachse gruppiert und besitzen keine Terminaläste.

Die Familie der Tuscaroriden[1]) setzt sich zusammen aus einer nicht sehr beträchtlichen Anzahl von Arten, welche mit der Größe der Dimensionen ein außerordentliches Ebenmaß der Formen vereinigen. Bei keiner anderen Gruppe der Tripyleen und wohl der Radiolarien überhaupt wird durch die Linien des Umrisses, durch die Maße der Teile und durch die natürlichen Farbtöne ein so harmonisches Gesamtbild erzeugt und bei keiner drängen sich in so unwillkürlicher Weise Vergleiche mit anderen Schönheitstypen der organischen Natur auf, wie bei den Tuscaroren. Es sind dies nicht rein persönliche Empfindungen, die sich dem Bearbeiter einer

1) Im einleitenden Text soll sämtlichen Arten, ohne Rücksicht auf ihre Gattungszugehörigkeit der Einfachheit halber ein „T." (*Tuscarora*) beigefügt werden.

solchen Gruppe allmählich während der liebgewordenen Beschäftigung ergeben, ich würde auch schwerlich mich veranlaßt gefühlt haben, diese Eindrücke hervorzuheben, wenn ich nicht die Erfahrung gemacht hätte, daß alle, denen unter anderen Tripyleen auch die Tuscaroren vorgeführt werden, Künstler und Laien, Gelehrte und Ungelehrte, gerade diese Formen in übereinstimmender Weise für die schönsten erklären.

Ein hervorstechender Charakter der Tuscaroriden ist zunächst ihre erhebliche Größe. Die Schalenhöhe, gemessen vom Scheitel bis zum Peristomrand, beträgt bei der Mehrzahl der Arten 1,5—1,6 mm und erreicht bei *T. Luciae*, *cygnea* und *Belknapi* (Taf. XXVI, XXVII, XXXI) die Länge von 3 mm. Formen von diesen Dimensionen finden sich freilich auch in anderen Tripyleenfamilien vor, ja einige Aulacanthiden, Aulosphäriden und Sagosphäriden weisen noch beträchtlich größere Maße auf. Indessen ist für die Tuscaroriden im Gegensatz zu den meisten anderen Tripyleengruppen charakteristisch, daß nahezu sämtliche Glieder der Familie annähernd der nämlichen Größenklasse angehören, eine Erscheinung, die zweifellos mit ihrer Beschränkung auf größere Meerestiefen und auf bestimmte Lebensverhältnisse, mit ihrem Charakter als hochspecialisierter Tiefenformen in Zusammenhang zu bringen ist.

Sehen wir nämlich ab von der extrem kleinen *T. globosa Chuni*, so ist die Schalenhöhe der größten Formen nur doppelt so groß als die Höhe der kleineren Arten, während bei den Aulacanthiden und Circoporiden dieses Verhältnis etwa 4:1, bei den Challengeriden 6:1 oder 7:1, bei den Medusettiden ganz bedeutend mehr beträgt.

Eine ganz ungewöhnliche Länge besitzen die Stacheln der Tuscaroren. Sie übertreffen um ein Mehrfaches die Länge der Radialstacheln anderer Tripyleen, so daß die Tuscaroren, von Stachelende zu Stachelende gemessen, wohl an der Spitze aller eigentlich einzelligen Organismen stehen. So beträgt bei dem größten und vollständigsten der mir vorliegenden Exemplare von *T. Luciae* (Taf. XXVII, Fig. 207) die Länge des Apikalstachels ohne die abgebrochene Spitze 6 mm, der Schalendurchmesser, gemessen von den Basalporen des Aboralstachels bis zur Basis der Oralstacheln, 3 und die Länge der Oralstacheln 6 mm, so daß die Gesamtlänge sich auf mindestens 1 1/2 cm beläuft. Ein Vergleich dieser Form mit einem bei gleicher Vergrößerung abgebildeten Copepoden (*Corycaeus* sp.) (Taf. XXVII, Fig. 208), sowie mit dem winzigen, dem einen Oralstachel anhängenden *Challengeron armatum* giebt ein Bild von diesen außerordentlichen Größenverhältnissen. Bei einem prachtvoll erhaltenen Exemplar von *T. tubulosa* (Taf. XXIII, Fig. 181) erreichen die Aboralstacheln, gemessen von der Umbiegungsstelle bis zur Spitze, sogar eine Länge von 1 cm und, gestreckt gedacht, eine solche von 1,2 cm.

Die Form der Schale kann im allgemeinen als flaschenförmig bezeichnet werden. Im einzelnen begegnen wir aber zahlreichen specifischen und individuellen Verschiedenheiten. Am häufigsten tritt die Birnen- oder Ballonform auf (*T. tubulosa*, Taf. XXX, Fig. 234, und *T. Belknapi*, Taf. XXXIX, Fig. 239). Ihnen reihen sich auf der einen Seite unter Verlängerung der Hauptachse ellipsoidische oder pflaumenförmige (*T. tubulosa* var. *medusa*, Taf. XXXI, Fig. 234), auf der anderen Seite, unter Verkürzung der Hauptachse, kugelförmige Gehäuse an, denen am oralen Pol ein kurzcylindrisches (*T. globosa*, Taf. XXVIII, Fig. 215) oder schlauchförmig verlängertes (*T. ampulla*, Textfig. 24) oder vogelkopfähnlich umgebogenes „Peristom" (*T. passercula*, Taf. 28, Fig. 220) aufsitzt. Bei noch stärkerer Verkürzung entstehen mützenförmige (*T. globosa* var. *Chuni*, Taf. 28, Fig. 217) oder oben und unten abgeplattete, geoide Typen (*T. bisternaria*,

Taf. XXV, Fig. 191). Ferner schließen sich der Birnen- und Ballonform prismatische, speciell pyramidenförmige Schalen mit abgeplatteter Aboralfläche und schwach gewölbten, mehr oder weniger kantig abgegrenzten Seitenflächen an (*T. Braueri*, Taf. XXVII, Fig. 209; *T. nationalis*, Taf. XXII, Fig. 180; *T. campanella*, Taf. XXV, Fig. 194—195; *T. galeata*, Taf. XXVIII, Fig. 214), wobei auch wieder der aborale Pol, je nach der Beschaffenheit der Peristombildung, verschiedene Gestaltungen aufweisen kann. Einen Grenzfall bilden schildförmige Schalen mit einer aboralen und zwei seitlichen Kanten und nur zwei gewölbten Seitenflächen (*T. scutellum*, Taf. XXVI, Fig. 203; *T. Braueri* var. *triangula*, Taf. XXVII, Fig. 210). Einen letzten von der Ballonform abzuleitenden Haupttypus bilden endlich die spindelförmigen Gehäuse (*T. cygnea*, Taf. XXVI, Fig. 204).

Was die Orientierung der Schale anbelangt, so verlegten Murray (1876, 1885) und Haeckel (1887) in ihren Zeichnungen den oralen Pol nach oben. Wie ich schon früher (1904, S. 150) ausgeführt habe, neige ich der entgegengesetzten Ansicht zu. Einerseits wird beim Anblick verschiedener Formen, insbesondere von *T. Luciae* (Taf. XXVII, Fig. 207), unmittelbar die Vorstellung eines schwebenden oder steigenden Luftballons geweckt, und zwar vermag sich dieses statische Empfinden nicht bloß auf die äußere Aehnlichkeit der betreffenden Tuscaroren mit den Metatrochophoren der Polychäten und mit manchen Ctenophoren stützen, sondern auch auf die Beobachtung, daß birnförmige Individuen von Collozoen sich im Aquarium auf die Dauer stets mit dem stumpfen Pol nach oben einstellen (1905, S. 353). Auf denselben Weg wird man auch durch eine zweite Betrachtung gewiesen. Wenn wir für die Tuscaroren die Annahme machen dürfen, daß die Vakuolenflüssigkeit specifisch leichter ist als das umgebende Wasser, so wie dies Brandt für die Thalassicollen und Colliden nachgewiesen hat, so würde der große Reichtum an dichtgedrängten Vakuolen, welchen die intracapsuläre Sarkode der Tuscaroren aufweist, dafür sprechen, daß der aborale, die Centralkapseln enthaltende Schalenraum ein verhältnismäßig geringes specifisches Gewicht besitzt. Auf der anderen Seite findet man bei gut konservierten Exemplaren die orale Schalenhälfte vollgepackt mit Phäodellen und Nahrungsteilen. Es ist also hier kein Platz für die specifisch leichteren Vakuolen vorhanden, im Gegenteil, die Sinkstoffe, aus denen sich die Nahrung vorwiegend oder ausschließlich zusammensetzt, haben ein verhältnismäßig großes Gewicht. Alles in allem, würde also die aborale Schalenhälfte leichter, die orale schwerer sein, was zu Gunsten der von mir angenommenen Orientierung sprechen würde. Es darf hier auch darauf hingewiesen werden, daß bei einigen Medusettiden (*Planktonetta*, *Nationaletta*, *Atlanticella*) die Centralkapsel thatsächlich zu einer mächtigen Schwimmblase umgebildet ist.

Da es wohl ausgeschlossen ist, daß jemals lebende Tuscaroren in natürlicher Verfassung zur Beobachtung gelangen, und da wir uns daher niemals über die Gewichtsverhältnisse der einzelnen Teile genau unterrichten werden, so wird eine ganz sichere Entscheidung der Frage unmöglich sein. Vielleicht wird einmal durch Beobachtungen an den Challengeriden, welche höchstwahrscheinlich die gleiche Orientierung im Wasser aufweisen, neues Licht auf diese Verhältnisse geworfen.

Es muß im übrigen gleich hier hinzugefügt werden, daß die Fragestellung in dieser Form nur für die solitären Tuscaroren Gültigkeit hat, daß dagegen bei den koloniebildenden Arten andere Momente in Betracht kommen.

Bezüglich der Schalenstruktur haben schon HAECKEL (1887) und BORGERT (1905) hervorgehoben, daß die Schale im trockenen Zustand ein undurchsichtiges, milchweißes oder gelblichweißes Aussehen bekommt und daß diese porzellanartige Beschaffenheit ihre Ursache in unzähligen feinen Poren hat, „welche überall die dicke, offenbar solide Grundsubstanz der Schalenwandung durchsetzen“. Neben diesen feinen Poren treten besondere weite Porenkanäle auf, welche die Schalenwandung durchbrechen und nach BORGERT an der äußeren Oberfläche der Schalenwandung mittelst kraterartiger Erhebungen ausmünden, „indem der Rand der Oeffnung ein wenig verdickt ist“. In der Wandung liegen endlich zahlreiche feine Nadeln, welche den Tangentialnadeln der Aulacanthiden ähnlich und in tangentialer Richtung und unregelmäßiger kreuzweiser Anordnung in die Grundsubstanz eingebettet sind.

Eine genaue Orientierung über diese Verhältnisse läßt sich nur mit Hilfe von Schnittpräparaten gewinnen (Taf. XXIV, Fig. 184—186). Man erkennt, daß alle Tuscaroren insofern übereinstimmen, als ihre Schalen sich aus drei Schichten zusammensetzen, der äußeren homogenen Lamelle, der Spongiosa und der inneren homogenen Lamelle. Die Spongiosaschicht ist nach außen in der Regel feinmaschiger als nach innen und ist außerdem durch die in einer einzigen Ebene kreuzweise gelagerten Tangentialnadeln in 2 Etagen zerlegt. Der Horizont der Tangentialnadeln befindet sich etwa auf der Grenze zwischen dem mittleren und inneren Drittel der Schalendicke. Die Porenkanäle durchsetzen die Schalen in radiärer Richtung und sind mit einer homogenen Schicht ausgekleidet, welche die äußere und innere Schalenlamelle, gewissermaßen als deren Fortsetzung, miteinander verbindet. Im allgemeinen ist zu sagen, daß die Porenkanäle an ihrer äußeren und inneren Oeffnung trichterförmig ausgeweitet sind, im einzelnen bestehen aber, was das Profil der Kanäle anbelangt, erhebliche spezifische Unterschiede. So sind sie z. B. bei *T. scutellum* (Fig. 184) an ihrer äußeren und inneren Oeffnung ziemlich symmetrisch gestaltet. Dasselbe ist bei *T. globosa atlantica* der Fall, nur befindet sich bei einzelnen Exemplaren die äußere Oeffnung an der Spitze einer buckelförmigen Erhebung der Schale; bei *T. tubulosa* (Fig. 185) besitzt die äußere Ausweitung des Kanals nicht die Form eines nach außen konvexen Trichters, sondern eines flachen Napfes, und bei *T. passercula* (Fig. 186) erreicht die bei *T. tubulosa* angedeutete Gliederung des Porenkanals eine weitere Ausbildungsstufe, indem sich ein äußerer becherförmiger Abschnitt von dem inneren, etwas ausgebauchten Teile sondert.

Von einer Form, *T. nationalis*, erwähnt BORGERT, daß die Schalenwand feiner und zerbrechlicher ist als bei den anderen Arten und, „was wesentlicher ist, es fehlen die die Wandung der Schale durchsetzenden Porenkanäle; dagegen zeigt im vorliegenden Falle die ganze Schalenwandung eine deutliche polygonale Felderung“. Bei den mir vorliegenden Exemplaren von *T. nationalis*, welche im übrigen vollkommen mit der BORGERT'schen Beschreibung übereinstimmen, fand ich zunächst, daß auch hier Porenkanäle vorkommen, allerdings in geringerer Zahl und von geringerer Weite als bei den meisten anderen Tuscaroren. Eine polygonale Felderung, etwa in Gestalt einer oberflächlichen Trabekelbildung, wie sie bei manchen Circoporiden vorkommt, wurde bei den betreffenden Exemplaren nicht beobachtet, dagegen fand sich vielfach eine wesentlich gröbere Schwammstruktur, als bei anderen Tuscaroren, und dadurch kann bei Oberflächenansicht eine Art Felderung vorgetäuscht werden. Daß die Schalenstruktur der *T. nationalis* nicht wesentlich von der der übrigen Tuscaroren abweicht, geht übrigens schon daraus hervor, daß,

wenn man Exemplare von *T. nationalis* in Xylol und Canadabalsam bringt, in den Porenräumen die Luftbläschen vielfach genau in derselben Weise, wie bei den übrigen Tuscaroren, anschießen, und schließlich sei auch auf den in Fig. 184 (Taf. XXIV) abgebildeten Schnitt hingewiesen, welcher von einem Exemplar von *T. scutellum* stammt, also von einer der *T. nationalis* sehr nahestehenden, vielleicht sogar nur als Variante zu betrachtenden Form. Wie man sieht, stimmt dieses Schnittbild im wesentlichen mit den von anderen Formen stammenden Bildern überein.

Die Dicke der Schalenwandung zeigt beträchtliche specifische und individuelle Schwankungen. Sie beträgt im Mittel 0,015 mm, ist mit 0,025 mm am mächtigsten bei der atlantischen Form von *T. globosa* (Taf. XXVIII, Fig. 215) entwickelt und nur 0,01—0,0125 mm dick bei *T. passercula* (Fig. 220) und bei der nordindischen *T. cepa* (Fig. 221), bei welch letzterer Form die Messung allerdings nicht an Schnitten, sondern nur am optischen Durchschnitt der ganzen Schale ausgeführt werden konnte.

Bei *T. tubulosa* (Taf. XXX) fand ich individuelle Schwankungen der Schalendicke zwischen 0,018 und etwa 0,022 mm. Ich habe schon früher (1904a, S. 150) die Ansicht ausgesprochen, daß diese Unterschiede, ebenso wie die specifischen Schwankungen, vielleicht mit einer verschiedenen Vertikalverbreitung im Zusammenhang stehen, wie ja auch bei anderen Tripyleen eine Zunahme der Skelettstärke bei zunehmender Wassertiefe beobachtet werden konnte. Borgert (1905, S. 97) meint dagegen, daß dabei wohl Alters- und Entwickelungsunterschiede in Frage kommen. Ich kann diese Ansicht nicht ohne weiteres widerlegen, wenn ich aber alles zusammenhalte, was mir bei den Tripyleen einerseits bezüglich des Vorkommens besonders dicker und dünner Gehäuse, andererseits hinsichtlich der Skelettentwickelung bekannt ist, so möchte ich doch vorläufig bei meiner ersten Ansicht stehen bleiben[1]).

Die Schalenmündung stellt nicht, wie bei anderen Tripyleen, z. B. den naheverwandten Circoporiden, eine einfache Oeffnung der Schalenwandung dar, vielmehr ist letztere im Umkreis des Mundes stets zu einem „Peristom" differenziert. Dasselbe hat im einfachsten Fall die Gestalt eines Ringwulstes: Die Basen der Oralstacheln sind dann entweder mit demselben verschmolzen *(T. bisternaria)* (Taf. XXV, Fig. 192), oder sie sind durch einen schmalen Spaltraum von ihm getrennt (*T. Wyvillei*, Taf. XXIV, Fig. 190). In anderen Fällen hat das Peristom die Form eines kurzen Cylinders (*T. globosa*, Taf. XXVIII, Fig. 215, *T. calathoides*, Taf. XXXI, Fig. 237) oder eines mehr oder weniger verlängerten Kelches, von dessen trichterförmig erweitertem Rande die Oralstacheln in strahliger Anordnung ausgehen (*T. nationalis*, Taf. XXII, Fig. 180; *T. Belknapi*, Taf. XXXI, Fig. 238 u. 239 u. a.). Bei einer dritten Gruppe ist das Peristom seitlich zusammengedrückt, so daß eine scheidenartige Bildung entsteht, deren Kanten mit je einem Oralstachel besetzt sind (*T. tubulosa*, Taf. XXX). Von besonderem Interesse sind endlich diejenigen Fälle, in welchen das Peristom nach einer Seite umgebogen ist, so daß es, von der Seite gesehen, in der Form eines Vogelkopfes (*T. passercula*, Taf. XXVIII, Fig. 218—220; *T. cygnea*, Taf. XXVI, Fig. 204) oder Helmes (*T. galeata*, Taf. XXVIII, Fig. 218) erscheint.

Bei einer Reihe von Formen erfährt die Peristombildung sekundär eine Erweiterung, indem die verbreiterten und von großen Fensteröffnungen durchbrochenen Basen der Oralstacheln

1) Näheres über diese Verhältnisse findet sich in der Beschreibung der Challengeriden, sowie im allgemeinen Teil.

einen korbförmigen Aufsatz bilden. In geringerem Maße ist dies bei *T. globosa*, in besonders ausgeprägtem Grade bei *T. Luciae* und *Braueri* der Fall (Taf. XXVII, Fig. 207, 209, 210).

Ueber die Bedeutung der Peristombildungen der Tuscaroriden läßt sich zur Zeit nichts Sicheres sagen. Wahrscheinlich dient das Peristom, ebenso wie dasjenige der Challengeriden, dazu, die Sarkode, welche bei der Nahrungsaufnahme, bei der mit dem Aufsteigen verbundenen Volumvergrößerung und bei den Fortpflanzungsvorgängen überquillt, aufzunehmen und ihr als Basis zu dienen. Dafür würden namentlich die korbförmigen, helm- und vogelkopfartigen Bildungen sprechen.

Die Apophysen oder, wie wir sie gleich den homologen Bildungen anderer Tripyleen bezeichnen wollen, die Radialstacheln, sind in der Regel in Kreisen um die Hauptachse angeordnet und zwar können wir bei den meisten Formen 2 Kreise unterscheiden, einen, der die Mundöffnung umgibt und dessen Stacheln wir Oralstacheln nennen wollen („circoral teeth" bei Haeckel), und einen, dessen Stacheln in der Regel in einem oberhalb oder unterhalb des Aequators gelegenen Parallelkreis eingepflanzt sind und kurz als Aboralstacheln bezeichnet werden mögen („aboral feet" bei Haeckel). Letztere können entweder ganz in der Nähe des Peristoms ihren Ursprung nehmen und biegen in diesem Fall nach kurzem, annähernd radial gerichtetem Verlauf in elegantem Bogen nach der Aboralseite ab (*T. tubulosa*, Taf. XXX u. a.), oder sie gehen ungefähr in der Aequatorgegend ab und haben dann einen nahezu gestreckten Verlauf (*T. bisternaria*, Taf. XXV, Fig. 191) oder sie umsäumen als lange gerade Stäbe die abgeflachte Aboralseite der Schale (*T. nationalis*, Taf. XXII; *galeata*, Taf. XXVIII, Fig. 214 u. a.). Es mögen diese drei Stellungen im folgenden als circorale, äquatoriale und aborale bezeichnet werden.

Es mag gleich hier erwähnt werden, daß die Aboralstacheln bei den hier aufgezählten Gruppen offenbar eine verschiedene Bedeutung haben. Bei den zur ersten Gruppe gehörenden koloniebildenden Formen (*T. tubulosa* u. a.) dienen sie, wie wir sehen werden, wenigstens mit ihrem proximalen Abschnitt, zur Verankerung der Einzeltiere in der gemeinsamen Gitterschale (Taf. XXIII), bei den beiden anderen Gruppen dagegen spannt sich wahrscheinlich zwischen den basalen Abschnitten der Aboralstacheln eine fallschirmartige Haut aus, in ähnlicher Weise, wie eine solche an den Oralstacheln von *T. nationalis* direkt beobachtet werden konnte (Taf. XXII).

In einigen wenigen Fällen weicht die Anordnung der Stacheln von der oben angegebenen Regel ab. Bei der ballonförmigen *T. Luciae* (Taf. XXVII, Fig. 207) und bei den spindelförmigen Schalen von *T. hydra* (Textfig. 26) und *T. cygnea* (Taf. XXVI, Fig. 204) ist nur ein einziger Aboralstachel vorhanden, der am aboralen Pole sich befindet und in der Richtung der Hauptachse verläuft (apikale Stellung).

Was die Oralstacheln anbelangt, so besetzen dieselben in der Regel den Peristomrand, doch kommen auch hier verschiedene abweichende Verhältnisse zur Beobachtung: bei *T. galeata* (Taf. XXVIII, Fig. 214) und *cygnea* (Taf. XXVI, Fig. 204) entspringen die 4 Oralstacheln nicht im Umkreis der Mundöffnung, sondern paarweise an der Seitenfläche des helmförmigen Peristoms, und bei *T. passercula* (Taf. XXVIII, Fig. 220) ist an dem vogelkopfähnlichen Peristom überhaupt kein Oralstachel vorhanden.

In Bezug auf die gegenseitige Anordnung der Oral- und Aboralstacheln giebt Haeckel an, daß bei den Formen, welche eine gleiche Zahl von Oral- und Aboralstacheln aufweisen, die beiden Stachelkreise eine alternierende Anordnung zeigen. Von dem Grund-

gedanken aus, welchen Haeckel in Bezug auf die promorphologischen Verhältnisse des Radiolarienkörpers in seinem ganzen Werke festgehalten hat, werden die Oralstacheln z. B. bei *T. bisternaria* als „interradial“, die Aboralstacheln als „perradial“ bezeichnet.

Ich habe gefunden, daß bei den meisten in Betracht kommenden Formen die Stacheln thatsächlich eine alternierende Anordnung zeigen, so z. B. bei Exemplaren von *T. Belknapi* mit den Stachelformeln $\binom{3}{3}$ und $\binom{4}{4}$ (Taf. XXXI, Fig. 238 u. 239), bei *T. bisternaria* $\binom{3}{3}$ (Taf. XXV, Fig. 191) und *Wyvillei* $\binom{3}{3}$ (Taf. XXIV, Fig. 190). Auch bei *T. Braueri* $\binom{3}{3}$ (Taf. XXVII, Fig. 209) zeigten einzelne Exemplare eine regelmäßige alternierende Anordnung, jedoch kamen mir auch Individuen dieser Species zu Gesicht, bei welchen die Aboralstacheln genau über den Oralstacheln, bezw. über dem mittleren Pilaster ihres Basalstückes standen. Angesichts dieser Unregelmäßigkeiten und angesichts der Thatsache, daß ja bei zahlreichen Formen die Zahl der Oral- und Aboralstacheln durchaus nicht übereinstimmt, kann ich mir nicht denken, daß das Alternieren der Stacheln irgendwie mit einer Art „Grundform“ oder Promorphologie des Radiolarienkörpers in Zusammenhang steht, wie man leicht bei Anwendung der Ausdrücke „interradial“ und „perradial“ denken könnte. Vielmehr scheint mir in dem häufigen Vorkommen der alternierenden Stellung auch wieder ein finales Verhältnis zum Ausdruck zu kommen, indem durch diese Anordnungsweise die Erhaltung und leichtere Wiederherstellung des stabilen Gleichgewichts bei irgend welchen Kollisionen gesichert wird. Stößt beispielsweise irgend ein Fremdkörper an einen Aboralstachel einer doppelt-dreistrahligen *T. Braueri*, so wird der Druck am besten kompensiert, wenn ein Oralstachel gerade gegenüber in derselben Ebene gelagert ist. Der Oralstachel wirkt dann in ähnlicher Weise, wie der Kiel oder das „Schwert“ eines Bootes gegenüber dem das Segel treffenden Winddruck.

Die Zahl der Radialstacheln verdient in mancher Hinsicht ein besonderes Interesse. Haeckel neigte der Ansicht zu, daß die Zahl der Aboralstacheln für jede Species konstant ist, und begründete daher auf eben diese Zahlenverhältnisse sein System. Die Gattung *Tuscarora* sollte danach durch drei Aboralstacheln („comparable to the three cortinar feet of the tripodal Nassellaria“), die Gattung *Tuscarusa* durch 4 und *Tuscaridium* durch einen Radialstachel ausgezeichnet sein.

Ich habe bereits früher (1904, S. 143) gezeigt, daß die Zahl der Stacheln, namentlich die der aboralen, bei den meisten Arten individuellen Abänderungen unterworfen ist und ferner, daß die betreffenden Varianten in der Regel eine einfache, aus 2—3 aufeinanderfolgenden Zahlen bestehende Reihe bilden: so finden sich z. B. von *T. tubulosa* nebeneinander Individuen mit 2, 3, 4, 5 Stacheln (Taf. XXX, Fig. 228, 234, 227, 225), *T. passercula* und *globosa* weisen Schalenformen mit 4, 5, 6 (Taf. XXVIII, Fig. 220, 219, 218 bezw. 215, 217, 216), *T. Braueri* solche mit 2, 3, 4 Stacheln auf. Dabei sind die mittleren Zahlen stets am häufigsten vertreten, während die Extreme seltenere Abweichungen darstellen. So befanden sich unter 219 mir vorliegenden Exemplaren von *T. tubulosa* nur eines mit 2 und zwei mit 5 Oralstacheln, während sich die anderen ungefähr in gleichen Hälften auf die Varianten mit 3 und 4 Stacheln verteilten; unter 141 Exemplaren von *T. passercula* befand sich nur eines mit 6 Aboralstacheln, alle anderen hatten 4 oder 5; unter 39 Exemplaren von *T. Braueri* besaßen 9 zwei Aboralstacheln (Taf. XXVII, Fig. 210), eines hatte 3 Aboralecken, aber nur 2 Stacheln (Taf. XXV, Fig. 196 u. 197), 28 hatten 3 und eines 4 Aboralstacheln. Bei *T. globosa* verschieben sich die Grenzen der individuellen

Variabilität und das Maximum der Häufigkeit beim Uebergang von einem Meeresteil zum anderen: während bei der in den Tiefen des Atlantik lebenden echten *T. globosa* (Taf. XXVIII, Fig. 215) die Zahl der Aboralstacheln gewöhnlich 4, seltener 5 beträgt, besitzen die meisten Individuen der antarktischen *T. globosa Chuni* (Fig. 217, 216) 5, seltener 4 oder 6 Stacheln, und zwar kommt die Zahl 4 sogar seltener vor als die Sechszahl (unter 93 antarktischen Individuen besaß nur ein einziges 4, dagegen hatten drei 6 Stacheln). Es entspricht diese Vermehrung der Zahl der Radialstacheln beim Uebergang aus den wärmeren in die kälteren Meeresteile durchaus den bei anderen Tripyleen beobachteten Verhältnissen.

Wie ich schon früher (1904, S. 130, 143) hervorgehoben habe, liegt hier eine besondere Form der Variabilität, nämlich ein sprungweiser Wechsel zwischen zwei oder mehreren Typen vor. „Es kommen, wenigstens bei den Tuscaroren, niemals Individuen vor, welche unausgebildete Stacheln aufweisen und also eine Art Uebergangsstufe repräsentieren, d. h. es finden keine gleitenden Uebergänge zwischen den einzelnen Typen statt. Vielmehr haben wir hier ein besonders klares, zoologisches Beispiel vor uns, in welchem die Individuen gewissermaßen eine Auswahl haben zwischen wenigen, sprungweise ineinander übergehenden, der Art zur Verfügung stehenden Anlagen, und man wird lebhaft an die Anschauungen erinnert, welche de Vries vom Standpunkt seiner Mutationstheorie aus bezüglich der „Halbrassen" und „Mittelrassen" entwickelt hat, insbesondere an seine Auseinandersetzungen über den mehrblättrigen Klee und die tricotylen Keimpflanzen." Derartige Varianten habe ich daher im Gegensatz zu den geographischen Unterarten als Stachel-Mutanten bezeichnet. Ich möchte indessen hier hinzufügen, daß diese Bezeichnung offenbar nicht ganz korrekt ist. Denn zum Begriff einer Mutation gehört bekanntlich, daß die betreffenden Merkmale konstant vererbt werden. Nun weist aber ein Befund darauf hin, daß diese Forderung nicht immer erfüllt ist. In einer unvollständigen Kolonie von *T. globosa Chuni*, in welcher statt der normalen 8 Individuen nur noch 5 von der zerfetzten Gitterschale zusammengehalten wurden, befanden sich nämlich 4 Individuen mit 5 und eines mit 6 Stacheln. Da es sich hier zweifellos um Abkömmlinge eines einzigen Mutter-Individuums handelt, so ist dieser Fall offenbar nur mit Hilfe besonderer Annahmen mit der Mutationslehre in Einklang zu bringen.

Bau der Radialstacheln. Die Radialstacheln sind unverästelte, cylindrische, gegen die Spitze sich ganz allmählich verjüngende Röhren, deren Hohlraum von einem Achsenstrang durchzogen ist. Dieser Achsenstrang setzt sich aus einer Anzahl von feinen Kieselfäden zusammen, welche wie die Stränge eines Taus zusammengedreht sind, und ist mit der Innenwand des Stachelrohres, insbesondere mit den warzenförmigen, unterhalb der Dornen gelegenen Vorsprüngen durch dünne Querbrücken verbunden. An der Basis der Stacheln zerfasert sich der Achsenstrang in eine Anzahl feinerer Nadelbündel, welche in die Achse der die Stachelbasis bildenden Pilaster eintreten und mit den Tangentialnadeln der Schale selber in Verbindung treten (Taf. XXX, Fig. 233). Im ganzen stimmt also der Bau des Tuscaroren-Stachels durchaus mit dem der Circoporiden- und Aulosphäriden-Stacheln überein.

Die Oberfläche der Stacheln ist bedeckt mit zahlreichen, meist gekrümmten, nach der Stachelspitze gerichteten Dornen, welche in sehr vielen Fällen der Länge nach von einem feinen Kanal durchzogen sind. Bei den koloniebildenden Formen besitzen dieselben im stark gekrümmten Anfangsabschnitt der Aboral-, sowie im basalen Teil der Oralstacheln die Form von Häkchen und dienen hier offenbar dazu, die Einzelgehäuse in der gemeinsamen Gitterschale

zu verankern (Taf. XXIII, Fig. 181; Taf. XXX, Fig. 234 u. a.). Bei einer Varietät von *T. tubulosa* (var. *dendrophora*) haben die an der Basis der Stacheln gelegenen Dornen die Gestalt von verzweigten Bäumchen, deren Stamm und Aeste von einem sich gabelnden Kanal durchzogen sind (Taf. XXX, Fig. 233). Aehnliche, aber mehr lappige Bildungen treten auch bei *T. bisternaria* auf, und zwar am Sockel der Oralstacheln, welche auf diese Weise geradezu ornamental wirkende, an gewisse Motive der Kunstschlosserei erinnernde Verzierungen erhalten (Taf. XXIV, Fig. 188).

Die Basis der Aboral- und Oralstacheln ist, wie schon Borgert angedeutet hat, etwas verschieden gebaut. Bei den Aboralstacheln bildet, wie Borgert angiebt, die Basis meistens einen kegelförmigen Fortsatz der Schale, dessen Innenraum einerseits mit der Schalenhöhlung kommuniziert, andererseits durch die fensterförmigen Basalporen mit der Außenwelt in Verbindung steht. Eine Kommunikation der Höhlung dieses laternenförmigen Basalkegels und damit des Schalenraumes mit dem Hohlraum der Stacheln selber, wie sie von Haeckel angegeben wird, existiert nicht, vielmehr sitzt, wie dies namentlich bei *T. bisternaria* und *Wyvillei* zu sehen ist, der Stachel mit abgerundeter Basis den Pilastern der Laterne auf (Textfig. 21 b). Es handelt sich im übrigen um die nämliche Organisation, die wir bei *Circoporus* finden und welche sich in einfacher Weise von den Verhältnissen bei *Haeckeliana* ableiten läßt. Bei letzterer Gattung sind die Radialstacheln in die Schale eingepflanzt, so wie die Radialstacheln von *Aulosphaera* in den Stern der Tangentialröhren, und sind von einem Kranze von Schalenporen umgeben (Textfig. 21 a). Denkt man sich nun die Schalensubstanz als plastische Masse und den Radialstachel mit samt dem Feld von Basalporen in die Höhe gezogen, so entsteht der von Borgert beschriebene laternenartige Hohlkegel (Textfig. 21 b).

Bei zwei Arten, nämlich bei *T. Wyvillei* und *bisternaria* sind auch die Oralstacheln in der eben beschriebenen Weise der Schale eingefügt. Es hängt dies damit zusammen, daß bei ersterer Art, wie bereits erwähnt wurde, auch die Oralstacheln vollkommen isoliert stehen, d. h. nicht dem Peristomrande aufsitzen (Taf. XXIV, Fig. 190) und daß bei letzterer nur eine teilweise Verbindung der Stachelbasen mit dem Peristomwulst besteht (Taf. XXV, Fig. 192). Geht man nun von diesen Fällen aus und denkt sich, daß einerseits das Peristom rohrartig ausgezogen wird, andererseits die Oralstacheln an dessen Außenwandung bis zum Rande heraufrücken, so gelangt man zunächst zu dem von *T. campanella* vertretenen Typus mit noch vollständig ausgebildeter Laterne und gesondertem, durch eine schlitzförmige Oeffnung mit der Peristomhöhle kommunizierenden Laternenraum (Taf. XXV, Fig. 193; schematisiert in Textfig. 21 d). Viel häufiger sind aber die Fälle, in welchen die gegen die Schalenöffnung zu gelegene Wandung der Laterne in Wegfall kommt und so der Laternenhohlraum mit dem der Peristomhöhle vollkommen zusammenfällt: der Oralstachel sitzt nunmehr mit einem abgeplatteten, von wenigen Fensteröffnungen durchbrochenen Basalstück, d. h. mit der äußeren Wandung der Laterne, dem Peristomrande auf (Textfig. 21 e). Die wenigen Fenster, von welchen das Basalstück gewöhnlich noch durchbohrt ist, stellen jetzt einfache Durchbrechungen dar, durch welche die aus der Schalenöffnung hervorquellende Sarkode direkt an die Außenfläche der Oralstacheln gelangen kann. Bei einigen Formen, so namentlich bei *T. Luciae* und *Braueri*, kommt es schließlich zu den schon früher erwähnten korbförmigen Bildungen, welche als sekundäre Ansatzstücke des eigentlichen Peristoms zu betrachten sind: die Basalstücke der drei Oralstacheln stellen gotische Bogen dar, welche jeweils aus 3 oder 4 leicht gebogenen, mit Zacken besetzten Pilastern bestehen und, dicht

aneinanderschließend, je den dritten Teil des Peristomumfanges umfassen (Taf. XXVI, Fig. 205; Taf. XXVII, Fig. 207 u. a.).

Es ist eine verhältnismäßig einfache Reihe von Differenzierungen, die uns in dem Uebergang von den selbständigen Radialstacheln von *Haeckeliana* mit ihren regelmäßig strahligen, gefensterten Basalfeldern zu den „Circoralzähnen" von *T. Luciae* mit ihren spitzbogenähnlichen Sockeln entgegentritt. Aber sie weist in besonders eindringlicher Weise darauf hin, welche Fülle von verschiedenartigen, aber kontinuierlich miteinander zusammenhängenden Gestaltungsmöglichkeiten schon dem einzelligen Organismus zur Verfügung steht, und wie im Verlauf einer solchen

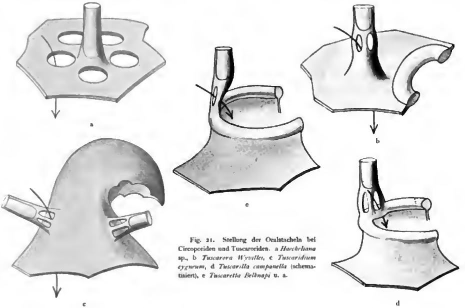


Fig. 21. Stellung der Oralstacheln bei Circoporiden und Tuscaroriden. a *Haeckeliana* sp., b *Tuscarora Wyvillei*, c *Tuscaridium cygneum*, d *Tuscarilla campanella* (schematisiert), e *Tuscaretta Belknapi* u. a.

Differenzierungsreihe nicht bloß die Form und Funktion eines einzelnen Körperteils, sondern auch die entwickelungsgeschichtlichen Mittel für den Aufbau desselben eine allmähliche, aber durchgreifende Umwandlung erfahren können. Denn so wenig wir auch über die Skelettbildung der in Frage kommenden Formen wissen, so viel darf wohl angenommen werden, daß beim Aufbau eines dem Peristomrande aufsitzenden Oralstachels einer Tuscaroride andere Mittel der Formbildung zu Hilfe genommen werden müssen, wie beim Zustandekommen eines Stachels von *Haeckeliana* mit seinem basalen Porenkranze.

Es sei nun noch mit wenigen Worten gewisser besonderer Differenzierungen gedacht, welche speciell die Oralstacheln einiger Tuscaroriden zeigen. Während bei den meisten übrigen

Formen die Oralstacheln vom Peristomrand aus nach außen divergieren, oder wenigstens einen parallelen Verlauf nehmen (Taf. XXVI, Fig. 206 und 205), finden wir speciell bei *T. tubulosa* in vielen Fällen, daß die beiden Oralstacheln gegeneinander konvergieren und sich sogar überkreuzen können (Taf. XXXI, Fig. 234—235). Speciell bei der indischen Varietät *T. tubulosa dendrophora* sind die beiden Stacheln stark verkürzt und legen sich wie Schlagbäume der Schalenmündung vor (Fig. 236). Individuen mit einer derartigen Stachelstellung erinnern dann sehr an manche Exemplare von *T. passercula* (Taf. XXVIII, Fig. 220), so daß man zur Annahme geführt wird, daß die vogelkopfartige Peristombildung dieser Form, beziehungsweise der lange, stark bedornte Schnabel nichts anderes als ein umgewandelter Oralstachel ist. In manchen Fällen ist auch ein zweiter kleinerer, dem Unterschnabel des Vogelkopfes entsprechender und parallel zum eigentlichen Schnabel verlaufender Fortsatz vorhanden, welcher dem zweiten Oralstachel homolog sein dürfte (Fig. 219). Während also bei der der *T. tubulosa* nahestehenden *T. passercula* der Vogelkopf vermutlich durch Modifikation der Oralstacheln entstanden ist, haben wir es bei *T. galeata* und *T. cygnea* mit ganz anderen morphologischen Verhältnissen zu thun. Der helmartige Aufsatz dieser Formen (Taf. XXVIII, Fig. 214 und Taf. XXVI, Fig. 204) stellt danach nicht eine dem *passercula*-Schnabel homologe, sondern nur eine Analogiebildung dar: es handelt sich hier um ein stark verlängertes und zweimal geknicktes Peristomrohr, längs dessen Seitenflächen die ursprünglich (vergl. *T. Wyvillei*, Taf. XXIV, Fig. 190) neben dem Peristom sitzenden Oralstacheln heraufgerückt sind. Während aber bei der Mehrzahl der Tuscaroriden die Oralstacheln bis an den Rand des Peristoms heraufgerückt sind und im Zusammenhang damit eine eigentümliche Umbildung erfahren haben (Textfig. 21e), sind sie bei den beiden genannten Formen nur bis zur Seitenwandung des bedeutend verlängerten Peristomrohres gelangt und haben hier eine kreuzweise Stellung und horizontale Lagerung angenommen (Textfig. 21c). Im Zusammenhang damit haben auch ihre Basalkegel die ursprüngliche Laternenform beibehalten und ihre Fenster führen daher zunächst in den Hohlraum der Laterne und erst durch denselben hindurch in das Innere des Peristomrohres hinein.

Bezüglich der Funktion der Stacheln ist nochmals kurz zusammenzufassen, daß entweder nur die Aboralstacheln (*T. tubulosa*, Taf. XXIII, Fig. 181 u. s. w.) oder sowohl Aboral- wie Oralstacheln (*T. nationalis*, Taf. XXII u. a.) zweifellos die Bedeutung von Schwebe- und gleichzeitig von Fangapparaten besitzen. Speciell für *T. nationalis* konnte gezeigt werden, daß sich zwischen den basalen Abschnitten der Oralstacheln eine verhältnismäßig widerstandsfähige Membran nach Art einer Spannhaut oder eines Fallschirmes befindet (1904, S. 150; Taf. XXVI, Fig. 199—200), mit dessen Hilfe das Tier sich schwebend erhalten kann. Die Wirkung der Stacheln als Fangapparate hat man sich in der Weise zu denken, daß die an die Stacheln anstoßenden Nahrungsteile, insbesondere absterbende oder bereits abgestorbene Diatomeen und Oberflächen-Radiolarien, von der die Stacheln umgebenden Sarkodescheide festgehalten und nach der Schalenöffnung befördert werden. Die Dornen, mit welchen die Stacheln in ihrer ganzen Länge besetzt sind, sind, wie an einzelnen Exemplaren festgestellt werden konnte, von der Sarkodescheide vollkommen umhüllt und dienen in erster Linie wohl dazu, der letzteren eine weitere Stütze zu gewähren. Sehr nahe scheint zunächst auch der Gedanke zu liegen, es möchten die Achsenkanäle der Dornen, die feinen Querbrücken und der aus zarten Kieselfäden gedrehte Achsenstrang der Stacheln die Bahn für ein besonders differenziertes, reizleitendes Plasma dar-

stellen, durch dessen Vermittelung das Ausströmen der Sarkode längs des Stachels reguliert wird. Indessen spricht dagegen vor allem der Umstand, daß der Achsenstrang der Stacheln, wie wir gesehen haben, nicht im Weichkörper des Tieres, sondern in der Schale ausstrahlt (Taf. XXXI, Fig. 233).

Es ist hier nochmals zusammenfassend einiger besonderer Funktionen speciell der Oralstacheln zu gedenken. Wie bereits erwähnt wurde, bilden die Basalstücke der Oralstacheln von *T. Luciae* und *Braueri* ein korbartiges Ansatzstück des Peristomrohres und dienen so, wie letzteres, zur Festhaltung der vorquellenden Sarkode, und eine ähnliche Bedeutung dürften auch die kurzen Oralstacheln der *tubulosa*- und *globosa*-Gruppe besitzen, insbesondere die sehr kurzen, X-förmig sich kreuzenden Stacheln von *T. tubulosa dendrophora* (Taf. XXXI, Fig. 236), welche wir bereits als Homologa der bei *T. passercula* auftretenden Schnabelbildung bezeichnet haben. Bei den nämlichen Formen übernehmen auch die Aboralstacheln, und zwar deren gebogene, mit Haken besetzte basale Abschnitte eine neue Funktion, nämlich die Verankerung der Einzelgehäuse in der gemeinsamen Gitterschale (Taf. XXIII, Fig. 181).

Skelettelemente des Weichkörpers. Bei verschiedenen Formen, insbesondere bei *T. tubulosa, bisternaria* und *Luciae*, finden sich im Phäodium zahlreiche feine Nadeln, welche mit den in der Schale eingebetteten Tangentialnadeln übereinstimmen und wohl als organische Bestandteile der Tuscaroren und nicht etwa als Fremdkörper betrachtet werden müssen. Bei zwei miteinander (T.-St. 88) erbeuteten Exemplaren von *T. tubulosa* zeigten diese Nadeln eine besonders starke Entwickelung und waren in ausgesprochener Weise um 2 Punkte des Phäodiums strahlenförmig gruppiert.

Skeletteile der koloniebildenden Formen. In der antarktischen Station 142 fand sich in einem Vertikalnetzzuge eine größere Anzahl von Exemplaren einer mit *T. globosa* Borgert nahe verwandten Form, welche gruppenweise durch Gitterschalen miteinander verbunden waren (Taf. XXIX, Fig. 222). Es waren darunter zwei vollständige, stark erbsengroße, kugelige Kolonien von je 8 Exemplaren und außerdem fanden sich in dieser und in verschiedenen benachbarten Stationen mehrere zerrissene Gitterschalen, in welchen je 5—7 Exemplare vereinigt waren. An den vollständigen Kolonien war zu sehen, daß die Einzeltiere mit ihrer oralen Hälfte, sowie mit den Oralstacheln und dem gebogenen Abschnitt der Aboralstacheln in fensterartigen Oeffnungen der Gitterschale stecken und die Oralstacheln nach rückwärts durch die Schale heraustreten lassen. Was die Struktur des gemeinsamen Skelettes anbelangt, so weicht dasselbe merkwürdigerweise von den gewöhnlichen Skelettbildungen der Tuscaroren wesentlich ab und zeigt andererseits eine fast vollkommene Uebereinstimmung mit dem Gehäuse der bisher an einer ganz anderen Stelle des Tripyleensystems untergebrachten Sagosphäriden, insbesondere der Gattung *Sagenoarium* Borgert. Das Skelett stellt ein Fachwerk dar, d. h. es besteht aus 2 konzentrischen Gitterschalen, deren Maschen durch lauter gleichseitige Dreiecke gebildet werden, sowie aus einer „Füllung", welche aus zeltförmigen Nadelbündeln besteht, die mit ihrer Basis in der inneren, mit ihrer Spitze in der äußeren Schale liegen und mit den verlängerten Zeltstäben über die letztere noch eine Strecke hinausragen (Taf. XXIX, Fig. 222; Taf. XIX, Fig. 169). In allen diesen Punkten stimmt das gemeinsame Skelett der Tuscaroren-Kolonie vollkommen mit einigen *Sagenoarium*-Arten überein, jedoch sind auch einige konstante Unterschiede vorhanden (vergl. Taf. XVIII und XIX). Das Skelett von *Tuscarusa globosa*, speciell seine innere Lamelle, ist weit-

maschiger[1]) als die Skelette der 6 mir bekannten *Sagenoarium*-Arten; in den Knotenpunkten der äußeren Schale treffen sich die einzelnen Balken in regelmäßigen Winkeln und sind nicht, wie bei *Sagenoarium*, ganglienartig miteinander verschmolzen; die über die äußere Schale hervorragenden Stücke der Zeltstäbe sind bei *Tuscarusa* immer glatt, während dieselben bei den mir bekannten *Sagenoarium*-Arten Endbäumchen oder wenigstens bedornte Endköpfchen tragen.

Als ich gelegentlich des Tübinger Zoologenkongresses diese Kolonien beschrieb und vorzeigte, wurde in der Diskussion zu meinem Vortrag das Bedenken laut, es möchten die Tuscaroren und die Gitterschale nicht organisch zusammengehören, vielmehr möchte es sich um ein zufälliges Hineingeraten der Tuscaroren in die letztere handeln. Gegenüber diesen Bedenken konnte ich schon damals (1904, S. 157) verschiedene Momente geltend machen: die Art der Einfügung der Einzelgehäuse in die Gitterschale; die (bei zwei vollständigen Kolonien gefundene) Achtzahl der Einzeltiere; die konstanten, allerdings nur geringen Verschiedenheiten im Bau der Gitterschale von dem der bekannten *Sagenoarium*-Schalen; die Gleichheit der Struktur der Gitterschale bei allen Kolonien und Kolonieresten, sowie bei den zahlreichen solitären Exemplaren, welchen Schalenfetzen anhaften.

Diese Gründe, unter welchen mir die Beschaffenheit der Schalenstruktur schon für sich allein beweisend zu sein scheint, haben offenbar nicht überall einen überzeugenden Eindruck gemacht. Wenigstens bekennt BORGERT (1905, S. 101), daß ihm die von mir angeführten Gründe nicht zwingend genug erscheinen. „Es bleibt eben doch noch die Möglichkeit bestehen, daß in den beobachteten Fällen die Tuscaroriden in die Gitterschalen eines *Sagenoarium* zufällig hineingeraten waren, wobei ich zugestehe, daß in der Regelmäßigkeit der Zahl und der Einfügung der Tuscaroriden in die Gitterschale sehr überraschende Verhältnisse vorliegen."

Inzwischen bin ich bei weiterer Untersuchung auf eine Reihe von Thatsachen gestoßen, welche in verschiedener Richtung das bisher Bekannte ergänzen und den, wie ich glaube, endgiltigen Beweis für die organische Zusammengehörigkeit der Tuscaroren und der gemeinsamen Gitterschale liefern. Nicht bloß die antarktische *T. globosa* var. *Chuni*, sondern eine ganze Reihe von anderen Tuscaroriden besitzen koloniebildende Entwickelungszustände. Insbesondere wurden von *T. tubulosa* (Taf. XXIII, Fig. 181), *Belknapi* (Taf. XXXI, Fig. 238) und *passercula* (Taf. XXVIII, Fig. 220) nicht bloß zahlreiche Individuen mit anhaftenden Gitterresten gefunden, sondern vielfach waren auch noch 2—3 Individuen durch fetzenartige Partien der zertrümmerten Gitterschale verbunden. Von Interesse ist nun vor allem, daß bei den genannten Formen nicht bloß die feine Struktur der Gitterschale, sondern auch die Art der Verankerung der Einzelgehäuse gewisse specifische Eigentümlichkeiten aufweist, was mir für die hier vertretene Auffassung der Verhältnisse von entscheidender Bedeutung zu sein scheint. So sind z. B. bei *T. tubulosa* die Maschen der Gitterschale gewöhnlich beträchtlich kleiner als bei *T. globosa*[2]), und während bei letzterer die Einzelgehäuse gleichsam in fensterartige Oeffnungen der Gitterschale eingelassen sind (Taf. XXIX, Fig. 223)[3]), befinden sich bei *T. tubulosa* die Schalen der Einzeltiere außerhalb der Gitterschale und die Verbindung der letzteren mit der

1) Die von mir früher (1904, S. 154) gemachte Angabe, daß es derber und grobmaschiger ist, ist irrtümlich. Es lagen mir damals noch nicht alle neuen *Sagenoarium*-Arten vor.

2) Bei *T. tubulosa* wurden Maschenlängen von 0,20—22, seltener von 0,30 mm, bei *T. globosa* dagegen solche von 0,28—0,34 mm gefunden.

3) Genaueres unten in der Artbeschreibung.

ersteren kommt dadurch zu stande, daß die Oral- und Aboralstacheln mit ihrem hakentragenden Basalabschnitt durch die Gitterschale hindurchtreten (Taf. XXIII, Fig. 181; vergl. 1905, S. 355).

Bemerkenswert ist nun weiterhin, daß alle Formen, bei welchen bisher Reste von Gitterschalen gefunden wurden, hinsichtlich der Anordnung der Aboralstacheln durchaus miteinander übereinstimmen und sich in dieser Hinsicht von der Mehrzahl der übrigen Tuscaroriden unterscheiden. Bei allen entspringen nämlich die Aboralstacheln im oralen Drittel der Schale, gewöhnlich in nächster Nähe des Peristoms, und verlaufen von hier aus in stark geschwungenem Bogen zunächst in oraler und dann in aboraler Richtung. Speciell *T. tubulosa* und *Belknapi* haben ferner mit *T. globosa* die Eigentümlichkeit gemein, daß die stark gebogenen basalen Partien der Aboral- und die Anfangsabschnitte der Oralstacheln nicht mit den gewöhnlichen, nach auswärts gerichteten Dornen, sondern mit stark gekrümmten Häkchen bewehrt sind, welche, den Häkchen der Vogelfedern vergleichbar, in die Maschen der Gitterschale eingreifen und so bei der Befestigung der Einzelgehäuse eine wichtige Rolle spielen (vergl. namentlich Taf. XXVIII, Fig. 217; Taf. XXX, Fig. 234; Taf. XXXI, Fig. 239). Bei der außerordentlichen Zartheit und Zerbrechlichkeit der Gitterschale ist es klar, daß eine solche lockere, nach Art der Thürangeln wirkende Befestigung bei irgend welchen Kollisionen der Kolonie bessere Dienste leistet, als dies eine starre Verbindung zwischen Einzeltieren und Gitterschale thun würde.

Bau des Weichkörpers. Bei der Betrachtung des Weichkörpers tritt uns die bei so vielen Tripyleen wiederkehrende leidige Erfahrung entgegen, daß der Erhaltungszustand in der Regel ein durchaus mangelhafter ist. Weitaus die meisten Exemplare zeigen die beiden Centralkapseln, die, wie ich gleich vorausschicken will, in der überwiegenden Mehrheit der Fälle in der Zweizahl auftreten, irgendwo im Schalenraum gelagert (vergl. z. B. die Figuren der Taf. XXVIII). Ihnen schmiegt sich gewöhnlich ein größerer oder kleinerer klumpenartiger Rest des Phäodiums an, so daß im ganzen Bilder entstehen, welche man bei den Aulosphäriden und den in den Oberflächenschichten heimischen Challengeriden-Arten antrifft, abgesehen natürlich davon, daß sich hier in der Regel nur eine Centralkapsel vorfindet. Auf Schnitten kann man sich dann überzeugen, daß zwischen Centralkapseln und Phäodium einerseits und dem größten Teil der Schale andererseits keine anderen Gebilde liegen, jedenfalls gelang es mir nicht, an solchen Exemplaren die von Haeckel beschriebenen Differenzierungen, das von „zahlreichen verzweigten und netzförmig anastomosierenden Pseudopodien durchzogene“ Kalymma, sowie die zarte, der Innenfläche der Schale anliegende Sarkodeschicht zu erkennen. Vielmehr habe ich die feste Ueberzeugung, daß in unserem Falle, ähnlich wie bei den genannten Aulosphäriden und Challengeriden, der eigentliche, unter großer Spannung stehende Weichkörper beim Heraufholen der Tiere zum großen Teil ausgeflossen ist.

Nun trifft man aber auch vielfach Individuen, bei welchen der Erhaltungszustand ein wesentlich besserer ist. Dieselben kennzeichnen sich dadurch, daß die Centralkapseln regelmäßig der Aboralfläche der Schale angelagert sind und der ganze übrige Schalenraum vom Phäodium ausgefüllt ist, welches sich sogar, wie schon Borgert angegeben hat, in die basalen Hohlräume der Radialstacheln hinein erstrecken kann (Taf. XXIII, Fig. 181). Solche Exemplare lassen offenbar, namentlich auf Schnitten, die natürlichen Verhältnisse besser hervortreten.

Betrachten wir zunächst das Phäodium. Dasselbe erscheint am konservierten Material nach Haeckel dunkel olivengrün, nach Borgert grünlichbraun, braun oder schwarzbraun bis

nahezu schwarz. Speciell *T. nationalis* weist nach Borgert eine hellere, schmutzig grünbraune, *T. globosa* eine braune oder schwarzbraune Färbung auf.

Im lebenden Zustand erscheinen die Tuscaroren, wie einige von Woltereck an Bord der „Valdivia" gezeichnete Skizzen erkennen lassen, im oberen, die Centralkapseln enthaltenden Schalenteil gelblichbraun oder hellbraun, während das Phäodium bei allen von Woltereck abgebildeten Formen (*T. cygnea, bisternaria* und einigen nicht näher zu bestimmenden Arten der *Tuscaretta*-Gruppe) eine dunkel grünbraune bis schwarzbraune Färbung aufweisen (vergl. Taf. XXIV, Fig. 187). Von einem „Kalymma" ist auf den Skizzen so wenig wie am konservierten Material etwas zu erkennen.

Innerhalb des Phäodiums fand Borgert bei *Tuscarusa globosa* zwischen den „Phäodellen" eine Menge von Diktyochen-Skeletten, sowie bei einem Stücke zahlreiche Greifhaken der *Sagitta*. Bei der Untersuchung der Schnittpräparate ergaben sich mir hinsichtlich des Phäodium-Inhalts gewisse Unterschiede zwischen den Kühlwasserformen der wärmeren Meere und den Kaltwasserformen der Antarktis.

Bei ersteren (*T. tubulosa, globosa typica, Braueri, Belknapi* u. a.) setzt sich der Phäodium-Inhalt aus folgenden Bestandteilen zusammen: die Hauptmasse bilden gewöllartige Ballen von grünbraunen Körperchen, welch letztere ich als abgestorbene Algenzellen betrachten möchte. Die Ballen waren durch eine mit Hämatoxylin mehr oder weniger färbbare Substanz zusammengekittet und enthielten vielfach Pigmente, und zwar bei den meisten Formen schwärzliche Körnchen, bei *T. cygnea* dunkelrotbraune Stäbchen. Neben diesen gewöllartigen Ballen kommen folgende Gebilde vor: Ballen, welche statt der grünbraunen Körperchen oder neben ihnen mehrere Diatomeenschalen enthalten; kleinere, tief violett sich tingierende Tropfen, welche je eine oder einige wenige Diatomeenschalen umschließen; violett sich färbende Tröpfchen von verschiedener Größe und Tingierbarkeit, an Schleimtröpfchen erinnernd; isolierte grünbraune Körperchen; isolierte Diatomeengehäuse; gefaltete, membranartige Bildungen verschiedener Art; Chitingebilde unbekannter Provenienz, zum Teil wohl als Eihüllen von Crustaceen, zum Teil als Wurmkiefer zu deuten; seltener Bruchstücke von *Aulacantha*-Nadeln und *Coelodendrum*-Skeletten.

Während also bei den Kühlwasserformen der warmen Meere als Hauptbestandteile des Phäodiums die in verschiedenen Zuständen der Zusammenballung und Verdauung befindlichen Algen überwiegen, findet man bei antarktischen Formen (*T. passercula, globosa Chuni*) ein viel stärkeres Hervortreten der größeren Diatomeenschalen. In der Regel stehen der Zahl und dem Erhaltungszustand nach die Gehäuse von *Fragilaria* mit ihren charakteristischen Doppelreihen von Poren im Vordergrund. Nächst ihnen findet man besonders die Gehäuse von verschiedenen *Coscinodiscus*-Arten und *Synedra*-Schalen. Es ist bezeichnend, daß es sich hier um diejenigen drei Gattungen handelt, deren Reste die hauptsächlichsten Bestandteile des Tiefseeschlammes der Antarktis bilden, dagegen fehlen, soweit ich sehen konnte, vollständig die Schalen der an der Oberfläche massenhaft vorkommenden und für das antarktische Oberflächenplankton charakteristischen *Rhizosolenia*-, *Chaetoceras*- und *Corethron*-Arten. Es findet diese Erscheinung darin ihre Erklärung, daß, wie Chun auseinandergesetzt hat, die wenig widerstandsfähigen Schalen der drei letztgenannten Formengruppen schon während des Herabsinkens der Zersetzung anheimfallen und also die von den Tuscaroren bewohnten Horizonte überhaupt nicht erreichen.

Abgesehen von den Kieselschalen der Diatomeen fand ich bei den antarktischen Formen nicht selten auch grobschollige, dickschalige Eier, die höchst wahrscheinlich von Copepoden stammen. Auffallenderweise fehlen dagegen fast vollständig die Schalen der in den Oberflächenschichten massenhaft vorkommenden Challengeriden, wenigstens habe ich nur in einem einzigen Falle, bei einer *T. globosa Chuni*, im Phäodium eine Schale von *Protocystis Swirei* gefunden.

Außer den vom Phäodium eingenommenen Abschnitten des Weichkörpers sind am konservierten Material nur wenige andere Bestandteile des letzteren zu erkennen. In seltenen Fällen sind die Radialstacheln von scheidenartigen Plasmahüllen überzogen, innerhalb deren man dann die nämlichen grün- oder gelbbraunen Körperchen findet, welche einen Hauptbestandteil des Phäodiums bilden und als Algenzellen zu deuten sind (Taf. XXII), und endlich konnte bei *T. nationalis* und spurenweise auch bei anderen Formen eine die Basen der Oralstacheln verbindende Spannhaut beobachtet werden (Taf. XXVI, Fig. 199—200).

Die Zahl der Centralkapseln beträgt, wie oben angedeutet, bei weitaus den meisten Individuen zwei. Schon Murray (1885) hatte ein Exemplar von *T. Belknapi* mit 2 Centralkapseln abgebildet, und Borgert (1905) bezeichnet es als eine sehr auffallende Thatsache, daß sämtliche 12 Tuscaroriden der Plankton-Expedition, bei denen der Weichkörper erhalten war, je zwei Centralkapseln besaßen. Ich kann hinzufügen, daß alle Exemplare, bei denen die Schale vollständig von Centralkapseln und Phäodium ausgefüllt ist, bei denen also ein vollkommener Erhaltungszustand vorliegt, ausnahmslos zwei Centralkapseln einschließen und daß auch die übrigen nur in ganz vereinzelten Fällen bloß eine einzige Centralkapsel aufweisen. Ich bin überzeugt, daß es sich in diesen wenigen Fällen um einen künstlichen Zustand handelt, und daß die andere Centralkapsel beim Heraufholen der Tiere mitsamt der Masse des Weichkörpers ausgeflossen ist[1].

Nach meiner Meinung gehören also die Tuscaroren zu den mit regelmäßig 2 Centralkapseln versehenen, dicystinen Formen und lassen sich in dieser Richtung mit den zweikapseligen Aulacanthiden vergleichen.

In einem einzigen Falle habe ich ein Exemplar von *T. tubulosa* mit vier Centralkapseln aufgefunden (Taf. XXX, Fig. 229 u. 230). Dasselbe wird im entwickelungsgeschichtlichen Abschnitt eine nähere Besprechung erfahren.

Die Form der Centralkapseln ist nach Haeckel nierenförmig oder sphäroidal. Borgert beschreibt diejenigen von *T. nationalis* als „länglich-drehrund, bisweilen etwas abgeflacht und dann nicht selten zugleich gekrümmt“, während sich bei *T. globosa* die Centralkapseln als ganz flache, konvex-konkave Gebilde erweisen, die mit ihrer konvexen Seite der Innenwand der Schale anliegen. Ich habe gleichfalls sehr verschiedene Formen der Centralkapsel angetroffen, am häufigsten nieren- oder bohnenförmige, so bei *T. globosa Chuni* (Taf. XXIX, Fig. 222), und ellipsoidische. Bei solchen Exemplaren, bei welchen sich die Centralkapseln in ihrer natürlichen Lage befanden (z. B. bei der in Taf. XXII, Fig. 180 abgebildeten *T. nationalis* und bei dem Individuum von *T. passercula*, von welchem in Taf. XXIII, Fig. 182 ein Frontalschnitt dargestellt ist), erwiesen sich dieselben als wurst- oder walzenförmige Gebilde, an welchen die der Schale anliegende Seite eine starke Abflachung zeigte.

1) Bei den Challengeriden sind mir wiederholt Exemplare begegnet, bei welchen die Centralkapsel sich zum Teil aus der Schalenmündung herausgedrängt hatte.

Die Centralkapseln passen sich demnach im natürlichen Zustande in ihrer Form einigermaßen dem ihnen zur Verfügung stehenden Raum, nämlich der aboralen Hälfte der Schalenhöhlung, an. Hier sind sie annähernd symmetrisch gelagert: in der kugeligen Schale, beispielsweise einer fünfstrahligen *T. passercula*, sind die Centralkapseln, wie die Fig. 182 auf Taf. XXIII zeigt, symmetrisch zu einer Ebene gelegen, welche durch die Schalenachse und den einen Aboralstachel geht. Der abgebildete Schnitt, welcher die Mitte der beiden Centralkapseln getroffen hat, enthält daher keine der 5 Stachelbasen. Die Parapylenseiten sind nach oben, die Astropylen schräg nach unten und gegen die Hauptachse gerichtet, so daß sie, vom Phäodium umschlossen, einander spiegelbildlich gegenüber liegen. Auch bei der dreiseitig-pyramidenförmigen *T. nationalis* (Taf. XXII) ist eine regelmäßige Anordnung der Centralkapseln nachzuweisen: die Hauptachse der einen (rechten) liegt parallel zu einer Kante der dreieckigen Aboralfläche, die Hauptachse der anderen (linken) steht senkrecht zu ihr, sie verhalten sich also zu einander wie Basis und Höhe eines gleichseitigen Dreieckes. Auch hier haben die Parapylen und Astropylen die bei *T. passercula* beschriebene Lage.

Die Centralkapseln erfahren im zwei kernigen Zustand bei manchen Arten ein sehr beträchtliches Größenwachstum. Namentlich bei *T. passercula* treten neben Individuen, bei denen die Länge der Centralkapseln nur etwa ein Viertel oder Drittel der Schalenhöhe beträgt, solche auf, bei denen sie mindestens doppelt so lang sind (Taf. XXVIII, Fig. 218—219). Auch von *T. aëronauta* liegt mir ein Exemplar vor, bei welchem die beiden mächtig angeschwollenen Centralkapseln nahezu den ganzen Schalenraum ausfüllen (Taf. XXVII, Fig. 213).

Die Zahl der Oeffnungen der Centralkapseln beträgt bei den Tuscaroriden, wie bei den meisten übrigen Tripyleen, drei. Haeckel glaubte, daß die Zahl der Parapylen bei den Tuscaroren variabel ist und der Zahl der Aboralstacheln entspreche. Daher besitze die Gattung *Tuscaridium* eine einzige, unter dem einen Apikalstachel gelegene Parapyle, die Gattung *Tuscarora* scheine, entsprechend der Dreizahl der Aboralstacheln, drei zu besitzen, und von der Gattung *Tuscarusa*, welche durch 4 Aboralstacheln ausgezeichnet ist, glaubt Haeckel, daß ihr 4 Parapylen zukommen. Allerdings war letzteres nicht nachweisbar, da das einzige vorliegende Gehäuse leer war. „In the other Tuscarorida this important and difficult anatomical question must be solved by further accurate examinations."

Nach meinen Erfahrungen ist die Zahl der Parapylen an den in der Schale eingeschlossenen Centralkapseln wegen der geringen Durchsichtigkeit der Schalensubstanz nur in den seltensten Fällen[1]) festzustellen, vielmehr ist dies im allgemeinen nur an isolierten Kapseln und auf Schnittpräparaten möglich. Mit Hilfe solcher ließ sich der Nachweis führen, daß die Annahme von Haeckel nicht das Richtige trifft, und daß alle Tuscaroren, von welchen genügend Exemplare für die genauere Untersuchung zu Gebote standen, thatsächlich zwei Parapylen besitzen. Schon Borgert hat diesen Nachweis für *T. nationalis* geführt. Ich selbst habe bei fünfstrahligen Exemplaren von *T. globosa* und *passercula* (Taf. XXIV, Fig. 183), bei dreistrahligen von *T. tubulosa* (Taf. XXXII, Fig. 245—246), *Belknapi* (Taf. XXXIII, Fig. 253), *bisternaria* und *Braueri* und bei den mit nur einem Apikalstachel ausgestatteten Formen *T. Luciae* und *T. cygnea* (Taf. XXXII, Fig. 243) das nämliche gefunden, so daß an der Allgemeingiltigkeit dieses Zahlenverhältnisses kaum mehr gezweifelt werden kann.

1) Bei einem Exemplare von *T. galeata* konnten sehr schön durch die Schale hindurch die Einzelheiten wahrgenommen werden.

In Bezug auf den Bau der Astropyle und der Parapylen gelten die für andere Tripyleen bekannten Verhältnisse. Hervorheben möchte ich nur, daß, wie auch aus BORGERT's Textfiguren hervorgeht, die Proboscis der Astropyle und der „Oeffnungskegel" der Parapylen (die Paraboscis HAECKEL's), ähnlich wie bei den Aulosphäriden und Sagosphäriden, in einen Kamin von sehr bedeutender Länge ausgezogen ist (Taf. XXIV, Fig. 183) und daß die Basis des Oeffnungskegels vielfach von einem Kranz von dunkeln Körperchen gebildet wird, von welchen die Streifung des Oeffnungskegels ihren Ausgang zu nehmen scheint.

Die intrakapsuläre Sarkode ist von zahlreichen, verhältnismäßig großen Vakuolen durchsetzt, von welchen nur die hofartigen Plasmainseln unterhalb der Astropyle und der Parapylen frei sind (Taf. XXIV, Fig. 183). Die verschiedenen von den Aulacanthiden her bekannten Einschlüsse („bläschenförmige Einschlüsse" BORGERT's, verzweigte Röhren) habe ich bei den Tuscaroren nicht aufgefunden.

Der Kern hat nach HAECKEL eine ellipsoidische Gestalt und enthält zahlreiche Nucleoli. Nach BORGERT besitzt er dagegen sowohl bei *T. nationalis*, als bei *T. globosa* „eine merkwürdige etwa 8-förmige Gestalt, indem das Chromatin in einem dicken Strang angehäuft ist, der, in sich zurücklaufend, zwei Oesen oder Schleifen bildet" (vergl. BORGERT, 1905, Taf. IX, Fig. 2 und S. 99 Textfig. A). „Bei allen diesen Kernen sah es so aus, als ob es sich um Teilungsstadien handle, bei denen eine Durchtrennung der Chromatinmasse in der Mitte zwischen den beiden Oesen bevorstehe."

Die Bilder, welche BORGERT im Auge gehabt hat, sind auch mir wiederholt zu Gesicht gekommen (z. B. Taf. XXIf, Fig. 243), jedoch handelt es sich hier, wie gezeigt werden soll, nur um eine besondere Kernphase, die sich in größeren, also älteren Centralkapseln vorfindet.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, und zwar namentlich bei *T. globosa* und *passercula*, von welchen beiden Formen mir ein reiches, zum Teil vorzüglich konserviertes Material für Schnittzwecke zu Gebote stand, hatte der Kern im allgemeinen die Form eines gegen die Astropyle zu konkaven, windschiefen Bügels, dessen beide Schenkel in einer die drei Centralkapselöffnungen treffenden „Frontalebene" gelegen sind (vergl. Taf. XXXIf, Fig. 240, sowie den Frontalschnitt Taf. XXIV, Fig. 183), während der verjüngte mittlere Abschnitt des Bügels derart abgebogen ist, daß eine centrale, von der Astropyle sich erhebende Säule intrakapsulärer Sarkode von Kernsubstanz frei bleibt. Im ganzen scheint mir die windschiefe Bügelform der Centralkapseln den Zweck zu haben, daß möglichst große Partien der Kernoberfläche der als Nahrungspforte dienenden Astropyle direkt gegenüberliegen können.

Eine etwas abweichende Gestalt zeigen einerseits die Kerne sehr junger, andererseits diejenigen sehr alter Centralkapseln.

Erstere haben im ganzen die Gestalt einer zur Astropyle parallel gelagerten Platte von ovalem Umriß, deren Längsränder gewöhnlich nach hinten umgekrempt sind (Taf. XXXII, Fig. 248; Taf. XXXIII, Fig. 251). Bei sehr alten Centralkapseln dagegen erfahren die Schenkel des Bügels eine bedeutende Volumzunahme, so daß sie sich, von oben oder unten gesehen, wie breite Lappen darstellen, während der mittlere Teil des Bügels nur noch den Charakter einer schmalen Brücke hat. Man vergleiche Taf. XXXII, Fig. 241, 242 und 243, welche ältere Centralkapseln von *T. Belknapi*, *globosa* und *cygnea* von der Astropylen- bezw. Parapylenseite aus darstellen.

Sehr komplizierte Kernformen fand ich endlich bei einem Exemplar von *T. tubulosa* mit 4 Centralkapseln. Wie die Figg. 244—246 (Taf. XXXIf) zeigen, hatten auch hier die Kerne

im ganzen die Gestalt eines Bügels, jedoch waren namentlich bei einer der Centralkapseln (Fig. 246) die Schenkel der Bügel in eigentümlicher Weise eingerollt, so daß sich je nach der Ansicht ein sehr verschiedenes Bild ergab.

Was ferner den histologischen Bau der Kerne der Tuscaroren anbelangt, so ist das Bild, welches dieselben bei Fixierung mit Sublimat oder Flemming'scher Mischung und Schnittfärbung mit Hämatoxylin zeigen, in der Regel folgendes (Taf. XXIV, Fig. 183):

Die Achse des Kernes wird von einer bandförmigen, intensiv tingierbaren (stark chromatischen) Masse, dem „Achsenband" eingenommen, der periphere Teil dagegen von einem feinkörnigen oder feinwabigen, schwach färbbaren „Grundplasma", in welches fadenförmige Ausläufer des Achsenbandes ausstrahlen.

Das Achsenband erscheint in der Regel aus unregelmäßig geformten, tiefblau tingierten Brocken und Schollen zusammengesetzt, zwischen welchen kleinere oder größere, inselartig abgegrenzte Haufen von blaß gefärbten Körnern eingesprengt sind. Bei den am besten konservierten Stücken lösen sich die Brocken und Schollen in dichte Knäuel von cylindrischen, tief blau tingierten Fäden oder Strängen auf, ähnlich denen, welche man bei Aulacanthiden findet, während man in den Körnerhaufen die in den Aulacanthidenkernen beobachteten traubenförmigen Körnchenaggregate (?Fetträubchen) wiedererkennt. Die periphere Grundsubstanz erscheint bald als ein gleichmäßiges Gerinnsel, bald läßt sich mit einiger Sicherheit eine feinwabige Struktur erkennen. Auf Sublimatpräparaten nimmt sie bei Hämatoxylinfärbung eine rosa Färbung ähnlich derjenigen der intrakapsulären Sarkode, auf Flemming-Präparaten einen hellen bräunlichen Ton an. Gewöhnlich sieht man innerhalb der Grundsubstanz dunklere Schatten oder Wolken, welche bei geeigneter Schnittrichtung eine radiäre, vom Achsenband gegen die Kernmembran gerichtete Anordnung zeigen. Innerhalb dieser Streifen liegen meist reihenweise angeordnete Chromatinkörnchen oder auch größere oder kleinere Fadenstücke, welch letztere mit den fädigen Gebilden des Achsenbandes übereinstimmen und als die freien Enden derselben zu betrachten sind (vergl. auch Taf. XXXII, Fig. 249).

Alles in allem kommt man beim Vergleich der verschiedenen Bilder zu der Vorstellung, daß längs der Achse des Kernes ein dichter Knäuel von Chromatinfäden zusammengedrängt ist, von welchem einzelne mehr oder weniger stark zurückgebildete Fadenenden nach der Peripherie ausstrahlen. Die Struktur des Tuscarorenkernes entspricht also im wesentlichen der bei Aulacanthiden beobachteten „Radstruktur", welche eine grob-spongiöse, häufig auch dicht-knäuelig erscheinende Centralmasse und strahlig nach der Kernperipherie hinziehende Chromatinfadenzüge unterscheiden läßt (s. S. 20, Textfig. 1).

Es sind noch die besonderen Modifikationen der Kernstruktur zu besprechen, welche einerseits in sehr jungen, anderseits in sehr alten Centralkapseln auftreten. Bei Individuen von *T. passercula* mit sehr kleinen Centralkapseln (Taf. XXXII, Fig. 248) fand ich das Achsenband in Form einer dichten Ansammlung von chromatischen Massen der Parapylenseite der Kernwandung angelagert. Die fädige Struktur sowohl des „Achenbandes", als auch der nach der Astropylenseite ausstrahlenden Chromatinzüge war viel deutlicher als sonst ausgeprägt, so daß das Bild des Kernes an die von Borgert für *Aulacantha* angegebenen Telophasen der Kernteilung erinnert (Borgert, 1900, Taf. XV, Fig. 16—17). Zweifellos haben wir es in unserem Falle ebenfalls mit einer Telophase zu thun, und die Bilder lassen somit deutlich erkennen, daß das

dicystine Stadium der Tuscaroren durch Teilung einer monocystinen Jugendform seine Entstehung nimmt. Ganz ähnliche Verhältnisse wurden auch in sehr jungen Centralkapseln von *T. Belknapi* beobachtet (Taf. XXXIII, Fig. 251).

In sehr alten Centralkapseln verschiedener Formen fand ich sowohl auf Sublimat- als auf FLEMMING-Präparaten folgende Verhältnisse. An Stelle eines tief tingierbaren Achsenbandes waren die centralen Partien des Kernes von einem „Binnenkern" eingenommen, der bald eine unregelmäßig gelappte Gestalt besaß (*T. tubulosa, bisternaria*), bald aus einer Reihe von dichtgedrängten, zum Teil miteinander verschmolzenen Bläschen bestand (*T. Belknapi*, Taf. XXXIII, Fig. 252, Quer-, und Fig. 253, Längsschnitt) und im Innern meist eine spongiöse Struktur und außerdem eine größere Anzahl der oben erwähnten traubigen Körnchenhaufen aufwies. Der in diesen Fällen verhältnismäßig schmale Saum von „Grundplasma" ist von zahlreichen sehr kleinen hellen Bläschen durchsetzt, welche in ihrem Innern einzelne Chromatinkörnchen und -fädchen erkennen lassen. Sowohl die einzelnen Segmente des Binnenkerns, als auch die kleinen, in die Grundsubstanz eingebetteten Bläschen erinnern sehr an das Bild, welches die aus den Chromosomen hervorgehenden Teilkerne oder „Karyomeren" in den ersten Furchungsstadien vieler tierischer Eier zeigen. Offenbar haben wir es auch in unseren Fällen mit einem Stadium zu thun, welches durch bläschenförmige Umbildung der Chromatinfäden und -stränge des Achsenbandes und seiner radiär verlaufenden Ausläufer entstanden ist, also mit einer späteren Phase, welche den Ruhestadien der Metazoenkerne entsprechen dürfte.

Nicht bei allen Formen fand sich in älteren Centralkapseln dieses Teilbläschenstadium. Vielmehr traf ich bei *T. globosa* (Taf. XXXII, Fig. 249) und *T. cygnea* (Fig. 243) Bilder an, welche an die von BORGERT beschriebenen achterförmigen Schleifen erinnern. Dieselben sind, wie sowohl Oberflächenansichten (Fig. 243) als Schnittpräparate (Taf. XXXII, Fig. 249; Taf. XXXIII, Fig. 254) erkennen lassen, so aufzufassen, daß innerhalb des „Grundplasmas" das „Achsenband" sich großenteils in zwei Bänder gespalten hat. Ich glaube dabei weniger, daß man es mit einem eigentlichen, etwa infolge mangelhafter Konservierung undeutlichen Teilungsstadium zu tun hat, vielmehr möchte ich zum Vergleich diejenigen, an die „Radstruktur" sich anschließenden Kernbilder der Aulosphäriden und anderer Formen heranziehen, bei welchen sich im Innern der centralen Chromatinmasse eine hofartige Ansammlung chromatinfreier Substanz ausgebildet hat (s. oben S. 110).

An diese Verhältnisse erinnerten auch die Kerne der mehrfach erwähnten vierkapseligen *T. tubulosa* (Taf. XXXII, Fig. 250). Leider war aber der Konservierungszustand nicht genügend, um einen genaueren Einblick in ihre Struktur zu gestatten.

Ueber die Fortpflanzung und Entwickelung der Tuscaroriden liegen zur Zeit nur ganz wenige und zum Teil unsichere Beobachtungen vor. HAECKEL giebt an, daß er bei einem Exemplar von *T. Belknapi* innerhalb der Centralkapsel 2 Kerne angetroffen und daß MURRAY bei einem anderen Individuum derselben Art 2 Centralkapseln gefunden habe. BORGERT fand, wie oben erwähnt, bei sämtlichen 12 Tuscaroriden der Plankton-Expedition je 2 Centralkapseln und wirft, unter Hinblick auf das von mir (1904, S. 155) beschriebene, mit 4 Centralkapseln ausgestattete Individuum, die Frage auf, „ob immer oder doch meistens erst das Stadium von vier Centralkapseln erreicht sein muß, ehe eine Durchteilung des Skelettes erfolgt". Diese Frage erledigt sich dadurch, daß, wie bereits erwähnt, auf Grund des gegen 700 Exemplare enthaltenden

„Valdivia“-Materials mit Bestimmtheit gesagt werden kann, daß die Tuscaroren zu den normalerweise zweikernigen (dicystinen) Tripyleen gehören, daß also eine etwaige Teilung der Individuen stets von einem zweikernigen Stadium ausgehen und mit der Vermehrung der 2 Centralkapseln auf die Vierzahl beginnen muß.

Was nun die in der „Valdivia“-Ausbeute beobachteten Fortpflanzungs- und Entwickelungsstadien anbelangt, so sind folgende Funde aufzuzählen:

An einer Stelle (T.-St. 73) wurde ein sehr kleines kugeliges *tubulosa*-Exemplar erbeutet, welches ein weit klaffendes Peristom mit einem Oralstachel und außerdem die abgebrochenen Stümpfe von zwei Aboralstacheln und zwei eigentümliche warzenförmige Vorsprünge aufwies (Taf. XXX, Fig. 232; Taf. XXXII, Fig. 247). Da die Schale sich bei diesem Exemplar sehr lebhaft tingieren ließ, so könnte man der Ansicht zuneigen, daß es sich hier thatsächlich um ein sehr jugendliches Entwickelungsstadium handelt, daß also ein nackter, Phäodiniden-ähnlicher[1]), mit 2 Centralkapseln ausgestatteter Keim vorliegt, der eben im Begriff ist, sein Skelett auf häutiger Grundlage auszubilden. Indessen scheint mir doch die unregelmäßige Anordnung der ausgebildeten Radialstacheln und der als rudimentäre Basalkegel anzusehenden Warzen und Höcker darauf hinzuweisen, daß man es hier nicht mit einem normalen weichhäutigen Durchgangsstadium zu thun hat, sondern mit einer Abnormität, welche auf Grund einer Entwickelungshemmung nicht zur vollständigen Verkieselung der Schale vorgeschritten ist. Unterstützt wird diese Ansicht dadurch, daß ich bei einem anderen weichhäutigen, im übrigen aber normal gebildeten Exemplar die Kerne nicht, wie ich erwartet hatte, in einer sehr frühen Phase, sondern im Gegenteil auf einem sehr alten Entwickelungsstadium fand. Auf alle Fälle beweisen aber diese Befunde, daß auch das Skelett der Tuscaroriden von einer weichhäutigen Grundlage aus seine Entstehung nimmt, wenn auch wahrscheinlich normalerweise dieses Stadium nur eine sehr kurze, vielleicht nur eine momentane Dauer hat.

Von größerem Interesse ist der folgende Befund:

In St. 74 wurde ein zweifellos ebenfalls zu *T. tubulosa* gehöriges, bohnen- oder nierenförmiges Individuum gefunden, welches eine Reihe von Eigentümlichkeiten aufwies (Taf. XXX, Fig. 229, Ansicht von unten; Fig. 230, Seitenansicht). Dasselbe besaß ein spaltförmiges Peristom mit 2 sich kreuzenden Oralstacheln (Fig. 231), die Stümpfe von 5 Aboralstacheln und, was besonders von Interesse ist, 4 gleichartige, ellipsoidische Centralkapseln, die im Phäodium wie Vogeleier in einem Nest zusammenlagen. Dieselben wiesen die normale Zahl von zwei Parapylen auf (Taf. XXXII, Fig. 245—246), ihr Kern zeigte die vorhin schon erwähnte eigentümlich aufgerollte Gestalt (Fig. 244—246) und eine Struktur, von welcher wegen ungenügender Erhaltung nicht mit Sicherheit gesagt werden konnte, ob es sich um eine Telophase oder um ein späteres, den Achterschleifen Borgert's entsprechendes Stadium handelt (Fig. 250).

Ich hatte früher (1904, S. 155) die Anschauung vertreten, daß es sich hier um eine in Zweiteilung befindliche *T. tubulosa* handle, trotz der Schwierigkeit, sich die Durchschnürung eines so hochdifferenzierten Gebildes, wie es die Tuscaroridenschale ist, und die Regeneration der Teilstücke zu vollständigen Gehäusen vorzustellen. Da jedoch die Schale der Tuscaroren verhältnismäßig sehr reich an organischer Substanz ist, so glaubte ich, daß ein derartiger Teilungsmodus immerhin denkbar sei.

1) Vergl. oben S. 7.

Indessen bin ich mehr und mehr zur Annahme gelangt, daß es sich hier nicht um ein normales Entwickelungsstadium, sondern um eine Abnormität handle. Man wird sich wohl zu denken haben, daß ein nacktes, Phäodiniden-ähnliches, in Teilung befindliches Stadium gewissermaßen durch eine verfrühte Skelettbildung überrascht worden ist.

Unter die entwickelungsgeschichtlichen Zustände sind auch die oben beschriebenen Tuscarorenkolonien zu rechnen. Wie diese Kolonien mit den solitären Formen zusammenhängen und aus ihnen hervorgehen, ob überhaupt bei den betreffenden Arten solitäre Formen mit vollkommen ausgebildeter Schale vorkommen und ob nicht vielmehr die vielfach aufgefundenen Einzelindividuen nur gewaltsam aus ihren Verbänden losgelöst sind, auf diese Fragen läßt sich leider zur Zeit keine Antwort geben.

Immerhin ist es vielleicht angängig, sich eine vorläufige Vorstellung von dem Weg zu machen, der möglicherweise vom solitären Individuum zum Kolonieverband führt. Im Hinblick auf den eigentümlichen morphologischen Zusammenhang zwischen den Einzelgehäusen und der Gitterschale dürfen wir es jedenfalls als zweifellos betrachten, daß die Gitterschale nicht vor der Bildung der Einzelgehäuse ihre Entstehung nimmt, daß sie vielmehr höchstens gleichzeitig, wahrscheinlich aber erst nach der vollkommenen Ausbildung der Einzeltiere zur Abscheidung gelangt (1904, S. 155). Man wird dann unter Berücksichtigung der Beobachtungen an anderen Tripyleen entweder anzunehmen haben, daß in einem zunächst nackten Keime eine Vermehrung der Centralkapseln auf 8 oder 16 und dann die Bildung des gesamten Skelettes erfolgt, oder daß die Einzeltiere von einem bereits beschalten Muttertiere mehr successive ihre Entstehung nehmen. In diesem Fall wäre zu denken, daß innerhalb der Schale des letzteren eine Vermehrung der Centralkapseln von zwei auf vier erfolgt, daß dann zwei derselben durch die Schalenöffnung heraustreten und so innerhalb der gemeinschaftlichen Gallerte die Grundlage für ein Tochterindividuum geben, und daß in ähnlicher Weise, unter Teilung der Tochter- und Enkeltiere, die Zahl der Einzelindividuen auf acht erhöht wird, bis schließlich die gemeinsame Gitterschale zur Abscheidung gelangt.

Für die erstere der beiden Möglichkeiten würde das Auftreten von nackten Tripyleenkeimen mit 2 oder 4 Centralkapseln sprechen, so die früher beschriebenen Phäocollen (s. oben S. 7) und der von Haeckel (1887, Taf. CXVII, Fig. 8) abgebildete *Catinulus quadrifidus.*

Einer anderen Phase der Entwickelung, als die sozialen Zustände, gehören wahrscheinlich die früher beschriebenen Stadien von *T. aëronauta* und *passercula* an, welche durch die ungeheure Größe der Centralkapseln ausgezeichnet sind (Taf. XXVII, Fig. 213; Taf. XXVIII, Fig. 218—219). Leider gewährten aber die Schnittserien, welche durch derartige Centralkapseln angefertigt wurden, keinen weiteren Aufschluß, da die Kerne auch der größten Centralkapseln keine Andeutung einer Teilung oder Sporenbildung aufwiesen.

In Bezug auf die horizontale Verbreitung der Tuscaroren habe ich schon früher (1904, S. 149) erwähnt, daß die für die übrigen Tripyleen geltenden Verhältnisse auch hier nachgewiesen werden können, insbesondere ein Gegensatz zwischen ausgesprochenen „Warmwasser"- und „Kaltwasserformen". Erstere sind, soweit das „Challenger"-Material Aufschlüsse bezüglich des Stillen Oceans gewährt, in der Regel trioceanisch, d. h. sie kommen gleichzeitig in den wärmeren Gebieten der drei großen Weltmeere vor, so z. B. *T. tubulosa* und *bisternaria.*

Als antarktische Kaltwasserformen zählte ich unter anderen *T. passercula* und die koloniebildende *T. globosa* var. *Chuni* auf.

Demgegenüber hält es BORGERT (1905, S. 110) für noch nicht vollkommen sicher, „ob eine Unterscheidung ausgesprochener Kalt- und Warmwasserformen unter den Tuscaroriden wirklich durchführbar ist. Diese Formen sind alle Bewohner der tieferen Meeresschichten, so daß man eher annehmen sollte, daß sie allgemein das kalte oder doch kühle Wasser bevorzugen".

Hinsichtlich des zweiten Satzes hat BORGERT vollkommen recht. Trotzdem muß aber auf Grund der Ergebnisse der „Valdivia"-Expedition an einer Unterscheidung zwischen den beiden Gruppen von Formen festgehalten werden, wenn auch vielleicht die Bezeichnungen „Warm- und Kaltwasserformen" besser durch andere Ausdrücke ersetzt werden müssen, etwa durch die allgemeinen Bezeichnungen: äquatoriale und polare Formen oder Kühl- und Kaltwasserformen.

Folgende Gründe sprechen zu Gunsten einer solchen Unterscheidung:

Erstens ergiebt eine Zusammenstellung des gesamten Materials, daß thatsächlich einige Formen, und zwar gerade solche, von welchen sehr zahlreiche Fundorte bekannt sind, nur innerhalb des zwischen dem 40° N. Br. und 40° S. Br. gelegenen Gürtels vorkommen und daß andere in der Antarktis ihr Hauptverbreitungscentrum haben.

Zu den ersteren gehören offenbar die schon in meinem ersten Bericht (1904a) als „Warmwasserformen" bezeichneten Arten *T. tubulosa* und *bisternaria*. Speciell *T. tubulosa* (Taf. XXX) ist an einer großen Anzahl von Stationen des tropischen Atlantik und Indik in beträchtlicher Individuenzahl angetroffen worden, im südöstlichen Atlantik reicht ihr Verbreitungsgebiet außerdem bis an die Südspitze Afrikas, im südöstlichen Indik scheint sie dagegen durch eine nahestehende Form (*T. calathoides*) vertreten zu werden. Auch die nordpacifischen Stationen des „Challenger", an welchen *T. tubulosa* und die mit ihr zu vereinigende *T. medusa* gefunden wurden, liegen noch innerhalb jenes Gürtels (ca. 38° N. Br.), dagegen wurden sie niemals an den antarktischen Stationen aufgefunden.

Einen noch ausgesprochener tropischen Charakter hat *T. bisternaria* (Taf. XXV, Fig. 191), indem ihre Fundorte mit zwei Ausnahmen (T.-St. 88 und 173, beide ca. 30° S. Br.) zwischen dem 20° N. Br. und 20° S. Br. liegen. Auch diese Art ist im südöstlichen Indik großenteils durch eine nahe Verwandte, *T. Wyvillei*, vertreten, welche außerdem nur aus dem südlichen Pacifik (ca. 40° S. Br.) bekannt ist.

Auch *T. Luciae* und *Braueri* schließen sich der *T. tubulosa* in Bezug auf ihre Horizontalverbreitung an, und von einer Reihe von anderen Formen, von welchen nur wenige Exemplare vorliegen, sind gleichfalls nur tropische Fundorte bekannt.

Während von den genannten Formen der 40. Grad als südliche Grenze des Verbreitungsgebietes eingehalten wird, sind diejenigen Tuscaroren, welche in den antarktischen Stationen als regelmäßige und sehr häufige Vorkommnisse erbeutet wurden, nicht vollständig auf das antarktische Gebiet beschränkt. So ist die antarktische *T. globosa Chuni* in den südlichen Teilen des Atlantik durch eine sehr nahestehende Form, *T. globosa typica*, vertreten, und von *T. passercula*, welche gleichfalls eine Leitform der Antarktis zu sein scheint, wurden ganz unvermittelt einige wenige Exemplare an zwei Stationen des Indik angetroffen. Es deckt sich letzterer Befund

mit der auch bei anderen Tripyleen, namentlich bei Challengeriden, gemachten Erfahrung, daß verschiedene Formen in der Antarktis zu den häufigen und überall vorkommenden Formen gehören, während sie in den nördlich davon gelegenen Gebieten eine sparsame und ungleichmäßige Verbreitung zeigen. Da die Erscheinung einen zu regelmäßigen Charakter besitzt, als daß sie ausschließlich auf lückenhafter Beobachtung beruhen könnte, so möchte ich der Annahme zuneigen, daß es sich hier um echte polare Kaltwasserformen handelt, welche sich längs der unterseeischen polaren Strömungen auch in die wärmeren Oceane ausgebreitet haben, hier aber in etwas ungünstigeren Lebensbedingungen sich befinden und daher nicht zu großer Individuenzahl gelangen können. Möglicherweise stellen sich diese „unipolar-submergenten" Formen bei späteren Untersuchungen als echte „amphipole" Arten heraus, welche in der Tiefe der wärmeren Oceane durch sparsamer verteilte Bindeglieder oder aber durch nahestehende Varietäten vertreten sind.

Die Notwendigkeit, die Tuscaroriden nach ihrem Aufenthalt in zwei Kategorien zu scheiden, ergiebt sich noch aus einer weiteren Betrachtung. Wie wir sehen werden, liegen bezüglich der Vertikalverbreitung der Tuscaroren nur einige wenige ganz genaue, d. h. mittelst des Schließnetzes ermittelte Beobachtungen vor. Indessen scheint doch so viel aus denselben hervorzugehen, daß die Temperaturverhältnisse, unter denen die einzelnen Tuscaroridenarten leben, an den verschiedenen Fundorten ziemlich voneinander abweichen. So wurde z. B. die atlantische *T. globosa typica* vom „National" im Nordäquatorialstrom in einer Tiefe von höchstens 500 m bei einer Temperatur von mindestens 8,9° C und demnach also in nicht allzu kühlem Wasser angetroffen. Aehnliches gilt auch für *T. nationalis*. Diese Art, im ganzen eine Bewohnerin der wärmeren Meeresteile und der nordatlantischen Mischgebiete, wurde vom „National" in der Irmingersee in einer Tiefe von 400—600 m gefunden, und da an der betreffenden Stelle in der Tiefe von 400 m immer noch 6,9° gemessen wurden, so scheint *T. nationalis* ähnlichen Temperaturverhältnissen angepaßt zu sein wie *T. globosa typica*, d. h. es ist nicht eigentlich kaltes, sondern nur kühles Tiefenwasser, welches sie beherbergt. Anders verhalten sich die Dinge bei *T. passercula*. Dieselbe wurde an zwei benachbarten Stellen der Antarktis (T.-St. 135 und 136) in Tiefen von etwa 480—680 m mittelst des Schließnetzes erbeutet. In Station 135 wurde in einer Tiefe von 400 m eine Temperatur von nur 0,6°, bei 800 m eine solche von 0,8° gemessen. Das sind erheblich niedrigere Temperaturen als in den vorhin erwähnten Fällen, so daß man jedenfalls die *T. passercula* im Gegensatz zu den oben genannten Kühlwasserformen als eigentliche Kaltwasserform bezeichnen kann.

Daß die geographische Breite und damit die allgemeinen Temperaturverhältnisse auf die Verbreitung der Formen von Einfluß sind, geht noch aus einem weiteren Umstand hervor, nämlich aus dem bei *T. globosa* nachweisbaren Vorkommen von deutlich unterschiedenen Lokalformen. Die atlantische *T. globosa typica* (Taf. XXVIII, Fig. 215), welche nach dem Obigen als tiefenlebende Kühlwasserform zu bezeichnen ist, unterscheidet sich durch die Form und sonstige Beschaffenheit der Schale, möglicherweise auch durch ihr solitäres Vorkommen von der koloniebildenden, antarktischen *T. globosa Chuni* (Fig. 217). Daß nun bei der Verschiedenheit der beiden Formen wirklich auch Mediumeinflüsse im Spiel sind, dürfte daraus hervorgehen, daß bei der atlantischen Varietät eine geringere Stachelzahl die Regel ist als bei der antarktischen. Es läßt sich nämlich bei den verschiedensten Tripyleen nachweisen, daß die Stachel-

zahl vom Aequator gegen den Südpol eine Zunahme erfährt, und dieses übereinstimmende Verhalten wird wohl kaum anders denn als eine direkte oder indirekte Wirkung der Temperatur oder eines anderen äußeren Faktors gedeutet werden können.

Aus der Gesamtheit des hier Mitgeteilten scheint mir hervorzugehen, daß wir uns nicht mit der Feststellung zu begnügen brauchen, daß die Tuscaroriden als Tiefenformen Bewohnerinnen des kühlen oder kalten Wassers sind, sondern daß wir schon auf Grund des jetzt vorliegenden Materials einen Schritt weiter gehen und eine Unterscheidung von zwei Gruppen vornehmen dürfen. Auf der einen Seite stehen danach die äquatorialen Kühlwasserformen, welche vorwiegend die wärmeren Meeresteile zwischen 40° N. Br. und 40° S. Br., und zwar die kühlen Tiefenregionen bewohnen, auf der anderen Seite die polaren Kaltwasserformen, welche ihr Hauptverbreitungsgebiet in der Antarktis haben und von hier aus längs der unterseeischen Kaltwasserströmungen in die wärmeren Meeresteile ausstrahlen.

Ich möchte noch besonders hervorheben, daß diese Ausführungen selbstverständlich nur als provisorische Hypothese gelten sollen. Insbesondere ist zu erwarten, daß durch weitere Untersuchungen, namentlich durch Befunde aus dem Nördlichen Eismeer und dem Pacifik, das ganze Bild noch in mancher Hinsicht verändert wird. Speciell aus dem Nördlichen Eismeer liegen überhaupt noch keine Beobachtungen vor, denn der früher erwähnte Befund aus der Irmingersee liegt noch südlich des Polarkreises in dem von Ausläufern des Golfstromes gebildeten Stromwirbel, und das, was aus dem ungeheuren Gebiet des Pacifik bekannt ist, ist außerordentlich dürftig gegenüber dem reichen atlantischen, indischen und antarktischen Material.

Von besonderem Interesse ist schließlich noch die von BORGERT aufgeworfene Frage, ob man im Mittelmeer die Auffindung von Tuscaroren zu erwarten habe. Da in diesem, durch eine Barre[1]) gegen den Atlantik abgegrenzten Becken von etwa 550 m abwärts bis in die größten Tiefen hinab eine gleichförmige Temperatur von etwa 13° besteht, so mag es nach BORGERT zweifelhaft erscheinen, ob hier die Tuscaroriden als Kühl- und Kaltwasserformen die für ihr Gedeihen nötigen Existenzbedingungen finden. Indessen haben, wie BORGERT bemerkt, gerade die neueren Untersuchungen LO BIANCO's für die tieferen Schichten des Mittelmeeres eine Menge von Formen erwiesen, die bislang nur als Tiefenbewohner bekannt waren, so daß es fraglich erscheint, ob die Temperatur „es vermag, diese Tripyleenfamilie als einzige von dem in Rede stehenden Meeresgebiete auszuschließen".

Vertikale Verbreitung. Die genaueren Daten, welche uns bis jetzt bezüglich der vertikalen Verbreitung der Tuscaroriden zur Verfügung stehen, sind großenteils bereits im vorhergehenden Abschnitte angeführt worden. Es sollen dieselben zunächst noch einmal übersichtlich zusammengestellt werden:

Fundort	Tiefe	Temperatur	Species	Individuenzahl
Plankton-Expedition, Station 23. VII (Irmingersee)	400—600 m	6,9° (bei 400 m)	*T. nationalis*	8
Plankton-Expedition, Station 13. X (Nordäquatorialstrom)	oberhalb 500 m	8,9° (bei 500 m)	*T. globosa*	5
Tiefsee-Expedition, Station 85 (Benguelastrom)	oberhalb 700 m	—	*T. tubulosa*	1
Tiefsee-Expedition, Station 90 (Benguelastrom)	oberhalb 1000 m	—	*T. tubulosa*	4
Tiefsee-Expedition, Station 135 (Antarktis)	480—680 m	+ 0,6° bei 400 m	*T. passercula*	5
Tiefsee-Expedition, Station 136 (Antarktis)	470—700 m	+ 0,8° bei 800 m	*T. passercula*	1
Tiefsee-Expedition, Station 142 (Antarktis)	oberhalb 1000 m	—	*T. globosa Chun*	39
			T. passercula	4

1) Diese Barre verläuft außerhalb des Mittelmeeres etwa zwischen Cap Spartel und Trafalgar. Ihre beiden stärksten Einsenkungen haben die Tiefe von nur 278 und 352 m.

In dieser Tabelle wurden alle diejenigen Fänge aufgenommen, welche oberhalb des 1000 m-Horizontes mit dem Schließnetz und Vertikalnetz gemacht wurden. Bedauerlicherweise haben die im Atlantik und Indik veranstalteten Stufenfänge, welche in Bezug auf die Aulacanthiden, Challengeriden und anderen Gruppen interessante Ergebnisse zu Tage gefördert haben, in Bezug auf die Tuscaroriden versagt, so daß wir hinsichtlich der oberen Grenzen der Vertikalverbreitung der äquatorialen Kühlwasserformen, was positive Ergebnisse anbelangt, bis jetzt im wesentlichen auf die Befunde der Plankton-Expedition angewiesen sind.

Halten wir aber alles bisher Bekannte zusammen und berücksichtigen wir insbesondere auch, daß in den oberen 200—400 m niemals Tuscaroriden gefischt worden sind, so gelangen wir zu dem schon früher (1904, S. 150) von mir und ebenso von Borgert (1905, S. 111) erlangten Resultat, daß die obere Grenze der Tuscaroren, wenigstens in den wärmeren Meeresteilen, kaum über 400 m heraufgeht.

Vielleicht ist es jetzt schon erlaubt, noch einen weiteren Satz hinzuzufügen. Sowohl bei den Aulacanthiden und Challengeriden, den beiden bestbekannten Tripyleengruppen, als auch bei den den Tuscaroren am nächsten stehenden Circoporiden hat sich als Regel herausgestellt, daß die einzelnen Formen mit zunehmender Tiefe an Größe zunehmen. Nun sehen wir aber bei den Tuscaroriden, daß die bisher bekannten Arten im großen ganzen einer und derselben Größenklasse angehören, jedenfalls finden wir keine so erheblichen Größenunterschiede, wie sie beispielsweise zwischen den beiden Typen von *Aulacantha scolymantha*, zwischen *Challengeria xiphodon* und *Naresi* oder zwischen *Circoporus sexfuscinus* und *Circospathis sexfurca* bestehen. Man wird also wohl die Vermutung aussprechen dürfen, daß die sämtlichen Tuscaroriden im ganzen dieselben Tiefen bewohnen und derselben Lebensgemeinschaft angehören.

Alles in allem dürfen wir wohl sagen, daß die Tuscaroren nicht bloß bezüglich des ganzen Habitus, sondern auch bezüglich ihrer ökologischen Verhältnisse eine Einheitlichkeit zeigen, wie wir sie bei keiner der größeren Tripyleengruppen kennen, und so dürfte es denn auch gerechtfertigt sein, wenn wir sie als „Leitformen" der von ihnen bewohnten Tiefenregionen charakterisieren und daher die unterhalb des 400 m-Horizontes gelegenen Schichten im Gegensatz zu den Colliden- und Challengeridenschichten als die Tuscarorenschichten bezeichnen.

Systematik. Wie bereits früher erwähnt wurde, hat Haeckel bei der Einteilung der Tuscaroriden die Stachelzahl als Ausgangspunkt genommen und danach zunächst 3 Gattungen unterschieden:

Tuscarora mit 3 Aboralstacheln,
Tuscarusa mit 4 Aboralstacheln,
Tuscaridium mit einem Apikalstachel.

Innerhalb der Gattung *Tuscarora* werden sodann drei Untergattungen unterschieden:

Tuscarantha mit 3 Oralstacheln,
Tuscaretta mit 2 Oralstacheln,
Tuscarilla mit 4 Oralstacheln.

Wie ich schon früher (1904, S. 143) ausgeführt habe, ist nun aber gerade die Zahl der Stacheln dasjenige Merkmal, welches am wenigsten konstant ist, und namentlich die Zahl der aboralen Stacheln zeigt bei den meisten Arten individuelle Abänderungen. Im Hinblick auf

diesen Umstand hat denn auch Borgert (1905, S. 102) ein anderes Merkmal herausgegriffen und die Schalenform als Grundlage für die Einteilung der Tuscaroriden vorgeschlagen. Borgert grenzt demnach die Haeckel'schen Gattungen in folgender Weise ab:

Tuscarora: Schale dreieckig-schildförmig, dreiseitig oder vielseitig pyramidal, mit 2—7 Aboralstacheln und 3 oder mehr, bis 6, Oralstacheln;

Tuscarusa: Schale kugelig, ei- oder birnförmig, mit 3—6 Aboralstacheln und 2, 3 oder 4 Oralstacheln, bezw. einem schnabelförmig ausgezogenen Peristom;

Tuscaridium: Schale spindelförmig, mit einem Stachel am aboralen Pole und 3 oder 4 Oralstacheln.

Borgert giebt als möglich zu, daß das mit einem Apikalstachel versehene „*Tuscaridium Luciae*" in einer engeren Beziehung zu „*Tuscarora*" *Braueri* stehe, und räumt ein, daß durch eine solche Vereinigung die Fortexistenz der Gattung *Tuscaridium* — wenigstens unter der bisherigen Definition — in Frage gestellt werde.

Der Versuch einer natürlichen Gruppierung der Tuscaroriden begegnet zunächst einer scheinbaren Schwierigkeit. Wenn man nämlich die beiden Kriterien, welche man in erster Linie zur Speciesunterscheidung zu benutzen geneigt ist, einerseits die Schalenform und andererseits die Art der Peristombildung, ins Auge faßt und wenn man beachtet, wie die verschiedenen Schalen- und Peristomformen auf die einzelnen Formen verteilt sind, so stößt man auf ein überraschendes Ergebnis. Es zeigt sich nämlich, daß die drei am häufigsten auftretenden Typen der Schalenform, nämlich der kugelige oder birnförmige (mit cirkoral angeordneten, stark abgebogenen Aboralstacheln), der pyramidenförmige und der spindelförmige Typus in jeder nur denkbaren Weise mit drei Haupttypen des Peristoms, dem strahligen (mit sehr stark divergierenden Oralstacheln), dem korbförmigen und dem vogelkopf- oder helmförmigen kombiniert sein können. So existieren, wie die Tabelle (Textfig. 22) zeigt, kugelige oder birnförmige Schalen mit strahligem, korbförmigem und vogelkopfartigem Peristom (*T. Belknapi, globosa, passercula*), und ebenso findet man sowohl die Pyramiden- als die Spindelform der Schale jeweils mit Modifikationen des strahligen, korbförmigen und vogelkopf- oder helmartigen Peristomtypus kombiniert (*T. nationalis, Braueri, galeata — hydra, Luciae, cygnea*).

Auch die Zwiebelform der Schale (d. h. Birnform mit abgeplatteter Aboralfläche, Taf. XXVIII, Fig. 221 und Taf. XXXI, Fig. 238) und der dreieckig-schildförmige Schalentypus (Taf. XXVI, Fig. 203 und Taf. XXVII, Fig. 210) können mit verschiedenen Peristomtypen kombiniert sein, und in ähnlicher Weise lassen sich auch bei der Wahl anderer Merkmalspaare die verschiedensten kaleidoskopischen Verschiebungen vornehmen. Und so wird man unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse zunächst zu der Vorstellung geführt, daß der Gruppe der Tuscaroriden eine nicht sehr große Anzahl von Differenzierungen (in letzter Linie von de Vries'schen Elementareigenschaften) zu Gebote steht und daß durch deren Kombination eine Reihe von gut charakterisierten Artbildern zu stande kommt (vergl. auch 1904, S. 142). Die systematische Gruppierung der Formen wird sich dann im wesentlichen nach der Zahl der Eigenschaften zu richten haben, welche die einzelnen Formen miteinander gemeinsam haben. Dabei ist freilich in Betracht zu

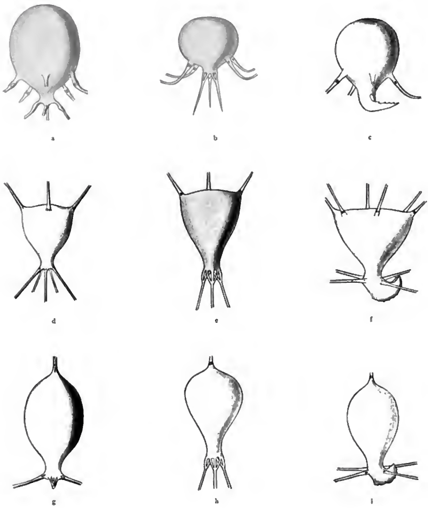


Fig. 22. Kombinationen der Schalen- und Peristomtypen. 1., 2., 3. Vertikalreihe: strahliger, korbförmiger, vogelkopf- oder helmförmiger Peristomtypus. 1., 2., 3. Horizontalreihe: kugelige Schale mit cirkoral angeordneten Aboralstacheln, pyramidenförmige Schale mit aboralen Aboralstacheln, spindelförmige Schale mit apikalem Aboralstachel. Die gewählten Beispiele sind: *T. Belknapi*, *globosa*, *passercula* (1. Horizontalreihe), *nationalis*, *Braueri*, *galeata* (2. Horizontalreihe), *hydra*, *Luciae*, *cygnea* (3. Horizontalreihe).

ziehen, daß in vielen Fällen das wiederholte Auftreten einzelner Merkmale nicht auf wahrer Homologie, sondern auf Konvergenzbildung beruht. Wenn z. B. das „gebogene" Peristom in dem einen Fall durch schnabelartige Umbildung eines Oralstachels (*T. passercula*, Taf. XXVIII, Fig. 220), in anderen Fällen durch Verlängerung und Umbiegung des Peristomhalses (*T. cygnea*, Taf. XXVI, Fig. 204; *T. galeata*, Taf. XXVIII, Fig. 214) seine Entstehung nimmt, so liegen hier offenbare Konvergenzen vor, und die betreffenden Bildungen sind nicht der Ausdruck der nämlichen Elementareigenschaft, also auch systematisch nicht ohne weiteres verwertbar.

Unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse wird man zunächst die allgemeine Schalenform als ein systematisch verwertbares Merkmal betrachten dürfen.

Ein besonders wichtiger Charakter ist dann vor allem die zum Teil mit der Schalenform zusammenhängende Stellung der Aboralstacheln. Von den vier Möglichkeiten, welche hier in Betracht kommen — cirkorale, äquatoriale, aborale, apikale Stellung — spielt die cirkorale Anordnung insofern eine systematisch sehr bedeutsame Rolle, als dieselbe morphologisch und funktionell aufs engste verknüpft ist mit dem dauernden oder zeitweilig bestehenden Kolonieverband. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß alle Formen, welche cirkoral angeordnete und stark gebogene Aboralstacheln und wenigstens zeitweise eine gemeinsame, *Sagenoarium*-ähnliche Gitterschale besitzen, miteinander einen natürlichen Verband bilden. In ähnlicher Weise sind auch, wie wir sehen werden, die äquatoriale und aborale Stachelstellung auf bestimmte Gruppen beschränkt, während die apikale Anordnung offenbar verschiedene Male zur Ausbildung gelangt ist.

Mit dem oben erwähnten Vorbehalt wird man dann ferner der Form des Peristoms einen größeren systematischen Wert beilegen dürfen, insbesondere sind diejenigen Fälle von Interesse, in welchen das Peristom noch den einfachen (circoporoiden), ringwulstartigen Charakter trägt und die Oralstacheln gegenüber dem Peristom noch eine verhältnismäßig selbständige Anordnung aufweisen (Taf. XXIV, Fig. 190).

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich zu der neuen Einteilung über, welche, wie ich glaube, den natürlichen Beziehungen in befriedigender Weise Rechnung trägt. Ich unterscheide fünf Gruppen, welche wohl den Rang von ziemlich gleichwertigen Gattungen haben.

Eine erste Gattung umfaßt diejenigen Formen, bei welchen die Oralstacheln in ihren basalen Abschnitten den Bau der Aboralstacheln haben, d. h. einem glockenförmigen, allseitig von Fensteröffnungen durchbrochenen Basalkegel aufsitzen, welcher vom ringwulstartigen Peristom durch einen schmalen Zwischenraum getrennt oder nur unvollständig mit ihm verschmolzen ist (Taf. XXIV, Fig. 190; Taf. XXV, Fig. 192). Die Aboralstacheln haben eine mehr oder weniger äquatoriale Lage, die Oralstacheln und Aboralstacheln sind in der überwiegenden Zahl der Fälle in der Dreizahl vorhanden (Taf. XXIV, Fig. 190; Taf. XXV, Fig. 191). Die Form der Schale ist annähernd kugelig oder breit-birnförmig. In Bezug auf die Bildung des Peristoms, den Bau und die Selbständigkeit der Oralstacheln und die Zahlenverhältnisse der Stacheln treten noch starke Anklänge an die Circoporiden, insbesondere die Gattung *Circoporus*, hervor. Für diese Gattung, zu welcher unter anderen 2 Arten der Haeckelschen Gattung *Tuscarora* (Untergattung *Tuscarantha*) gehören, ist entweder die Gattungsbezeichnung *Tuscarora* oder der Subgenusname *Tuscarantha* anzuwenden. Da die hierher gehörigen Formen in vieler Hinsicht am wenigsten weit differenziert erscheinen und die Gattung daher an die Spitze

der Tuscaroriden zu stellen ist, so ziehe ich die ursprüngliche MURRAY'sche Bezeichnung ***Tuscarora*** als Gattungsnamen vor.

1) *Tuscarora Wyvillei* HAECKEL $\left(\frac{3}{3}\right)$[1]) (Taf. XXIV, Fig. 190).

2) *Tuscarora bisternaria* JOHN MURRAY $\left(\frac{3-4}{3}\right)$ (Taf. XXV, Fig. 191).

3) *Tuscarora porcellana* JOHN MURRAY $\left(\frac{3}{3}\right)$ (Textfig. 23).

In einer zweiten Gruppe schließen sich in vollkommen natürlicher Weise alle diejenigen Formen zusammen, welche ein strahliges Peristom mit wandständigen, einfach gebauten, meist ziemlich stark divergierenden Oralstacheln besitzen und bei denen die Aboralstacheln die gewölbte oder abgeflachte Aboralfläche umsäumen (aborale Stachelstellung). Die Form der Schale ist meist pyramidenförmig, seltener abgeflacht-schildförmig oder kugelig. Die Zahl der Stacheln, namentlich der Oralstacheln, zeigt individuelle Schwankungen. Für diese Gattung, welche keine der HAECKEL'schen Arten enthält, dagegen einen Teil der BORGERT'schen Gattung *Tuscarora* umfaßt, schlage ich die frei werdende HAECKEL'sche Subgenusbezeichnung ***Tuscarilla*** vor. Arten:

1) *Tuscarilla ampulla* V. HAECKER $\left(\frac{3}{3}\right)$ (Textfig. 24).

2) *Tuscarilla nationalis* (BORGERT) $\left(\frac{3}{4-6}\right)$ (Taf. XXVI, Fig. 198).

3) *Tuscarilla scutellum* V. HAECKER $\left(\frac{2}{4}\right)$ (Taf. XXVI, Fig. 203).

4) *Tuscarilla campanella* V. HAECKER $\left(\frac{5-7}{4-6}\right)$ (Taf. XXV, Fig. 194).

Der Gattung *Tuscarilla* schließt sich, was das ganze Aeußere einzelner Formen anbelangt, sehr eng eine andere Gruppe an, welche durch den Besitz eines wohlausgebildeten korbförmigen Peristomaufsatzes und die aborale oder apikale Stellung der Aboralstacheln ausgezeichnet ist. [In einem Fall (*T. hydra*, Textfig. 26) besitzen die Oralstacheln die nämliche charakteristische Differenzierung, wie sie sonst bei den Formen mit korbförmigem Peristom auftritt, sie sind aber horizontal abgebogen und zeigen also eine strahlige Anordnung.) Die Schale ist je nach der Zahl der Aboralstacheln dreiseitig-pyramidal, schildförmig, ballon- oder spindelförmig. Die Oralstacheln sind fast stets in der Dreizahl vorhanden. die Zahl der Aboralstacheln schwankt zwischen dreien und einem. Für diese Gattung, zu welcher die MURRAY'sche Art *Tuscarora (Tuscarantha) tetrahedra* gehört, mag die HAECKEL'sche Bezeichnung ***Tuscarantha*** als Gattungsname in Anwendung kommen. Arten:

1) *Tuscarantha tetrahedra* (JOHN MURRAY) $\left(\frac{3}{3}\right)$ (Textfig. 25).

2) *Tuscarantha Braueri* V. HAECKER $\left(\frac{2-3}{3}\right)$ (Taf. XXVII, Fig. 209).

3) *Tuscarantha Luciae* V. HAECKER $\left(\frac{1}{3}\right)$ (Taf. XXVII, Fig. 207).

4) *Tuscarantha hydra* V. HAECKER $\left(\frac{1}{5}\right)$ (Textfig. 26).

Mit den letztgenannten Species haben eine flüchtige Aehnlichkeit die zwei Formen, die zum ursprünglichen HAECKEL'schen Genus *Tuscaridium* gehören (*Tuscaridium cygneum* und *lithornithium*).

1) Die den einzelnen Species beigeschriebenen „Stachelformeln" geben im Zähler die Zahl der Aboral-, im Nenner die Zahl der Oralstacheln an.

Indessen beschränkt sich bei näherer Betrachtung die Aehnlichkeit auf die Anwesenheit von einem einzigen Apikalstachel. In allen anderen Punkten sind die beiden Formen, die übrigens in eine Art (*T. cygneum*, Taf. XXVI, Fig. 204) zusammenzuziehen sind, wesentlich von *Tuscarantha Luciae* und *hydra* unterschieden, vor allem auch bezüglich der eigenartigen Beschaffenheit des Peristoms. In dieser letzteren Hinsicht stimmen sie mit einer neuen Art der „Valdivia"-Ausbeute, *T. galeatum* (Taf. XXVIII, Fig. 214), so vollkommen überein, daß sie trotz der abweichenden Schalengestalt mit derselben in einer Gattung vereinigt werden dürfen.

Die Arten dieser Gattung sind demnach dadurch gekennzeichnet, daß sie ein verlängertes, umgebogenes, helmförmiges Peristom besitzen, dessen Seitenflächen zwei Paar horizontaler Stacheln in kreuzweiser Anordnung tragen. Die Schale ist spindelförmig oder umgekehrt glockenförmig mit ebener Scheitelfläche und trägt im ersteren Fall einen Apikal-, im letzteren Fall 5—6 die Scheitelfläche umsäumende Aboralstacheln. Diese Gattung, welcher die HAECKEL'sche Genusbezeichnung **Tuscaridium** verbleibt, enthält 2 Arten: *T. cygneum*, mit welchem dem „Valdivia"-Material zufolge *T. lithornithium* HAECKEL zu vereinigen ist, und *T. galeatum*.

1) *Tuscaridium cygneum* (JOHN MURRAY) $\left(\frac{1}{4}\right)$ (Taf. XXVI, Fig. 204).

2) *Tuscaridium galeatum* V. HAECKER $\left(\frac{5-6}{4}\right)$ (Taf. XXVIII, Fig. 214).

Die letzte und größte Gruppe bilden die koloniebildenden Formen, welche mit einem trichter-, korb- oder schnabelförmigen Peristom, mit randständigen Oralstacheln und cirkoral gelagerten, stark gebogenen, an der Biegungsstelle mit kräftigen Häkchen versehenen Aboralstacheln ausgestattet sind. Die Form der Schale ist kugelig, birnenförmig, pflaumenförmig oder von der Gestalt einer Birne mit abgeflachter Aboralfläche (zwiebelförmig). Die Zahl der Stacheln, namentlich der Aboralstacheln ist beträchtlichen individuellen Schwankungen unterworfen. Zu dieser Gruppe gehören von den Arten des „Challenger"-Reports *Tuscarora (Tuscaretta) tubulosa* JOHN MURRAY, mit welcher *Tuscarusa medusa* HAECKEL zu vereinigen ist, und *Tuscarora (Tuscarilla) Belknapii* JOHN MURRAY, von welcher *Tuscarora (Tuscarantha) Murrayi* HAECKEL zweifellos nur eine „Stachel-Mutante" ist. Dazu kommen die BORGERT'sche *Tuscarusa globosa* und 3 neue Arten. Ich möchte für diese letzte Gattung die HAECKEL'sche Subgenusbezeichnung **Tuscaretta** in Anwendung bringen.

1) *Tuscaretta Belknapi* (JOHN MURRAY) $\left(\frac{3-4}{3-4}\right)$ (Taf. XXII, Fig. 239).

2) *Tuscaretta aëronauta* V. HAECKER $\left(\frac{4-6}{3-4}\right)$ (Taf. XXVII, Fig. 211).

3) *Tuscaretta globosa* (BORGERT) $\left(\frac{4-5(-6)}{3}\right)$ (Taf. XXVIII, Fig. 215).

4) *Tuscaretta cepa* V. HAECKER $\left(\frac{3}{3}\right)$ (Taf. XXVIII, Fig. 221).

5) *Tuscaretta tubulosa* (JOHN MURRAY) $\left(\frac{(2-)\ 3-4(-5)}{2}\right)$ (Taf. XXX, Fig. 234).

6) *Tuscaretta calathoides* V. HAECKER $\left(\frac{3}{4}\right)$ (Taf. XXXI, Fig. 237).

7) *Tuscaretta passercula* V. HAECKER $\left(\frac{4-5(-6)}{0}\right)$ (Taf. XXVIII, Fig. 220).

Ich lasse zunächst noch eine kurze Zusammenstellung der Gattungen und ihrer Diagnose folgen:

Gattung: ***Tuscarora.*** Peristom ringwulstartig. Aboralstacheln äquatorial bis aboral.
Gattung: ***Tuscarilla.*** Peristom strahlig. Aboralstacheln aboral.
Gattung: ***Tuscarantha.*** Peristom korbförmig oder strahlig, mit an der Basis gefensterten Oralstacheln. Aboralstacheln aboral oder apikal.
Gattung: ***Tuscaridium.*** Peristom helmförmig. Aboralstacheln aboral oder apikal.
Gattung: ***Tuscaretta.*** Peristom verschiedenartig. Aboralstacheln cirkoral, stark gebogen.

1. Gattung. *Tuscarora* (HAECKEL).

Tuscarora JOHN MURRAY, 1885, partim; HAECKEL, 1887, partim.

Schale kugelig oder breit-birnförmig. Peristom ringwulstartig. Die Oralstacheln haben in ihren basalen Abschnitten den Bau der Aboralstacheln, d. h. sie sitzen einem glockenförmigen Basalkegel auf und sind von dem Peristom durch einen schmalen Zwischenraum getrennt oder nur unvollständig mit ihm verschmolzen (Taf. XXIV, Fig. 190; Taf. XXV, Fig. 192). Die Aboralstacheln haben eine mehr oder weniger äquatoriale Lage. Oral- und Aboralstacheln gewöhnlich in der Dreizahl vorhanden.

In dieser Gattung sind diejenigen Formen vereinigt, welche noch zahlreiche Anklänge an die Circoporiden zeigen.

Tuscarora Wyvillei HAECKEL.

Taf. XXIV, Fig. 190.

Tuscarora wyvillei HAECKEL, 1887, p. 1707, Taf. C, Fig. 3, 3a—3c.

Schale subsphärisch. Peristom ringwulstförmig. Die 3 geraden, divergierenden, schwach bedornten, „interradialen" Oralstacheln sind an der Basis durch einen kleinen Zwischenraum vom Peristom getrennt. Die 3 ebenfalls geraden und schwach bedornten „perradialen" Aboralstacheln entspringen an der Grenze zwischen oralem und äquatorialem Schalendrittel. Stachelformel $(\frac{3}{3})$.

HAECKEL fügt der Diagnose seiner *T. wyvillei*, mit welcher meine südindischen Exemplare im übrigen gut übereinstimmen, die Bemerkung hinzu, daß die Schale dünner und zerbrechlicher als bei den anderen Species seines Genus *Tuscarora* sei. Ferner giebt HAECKEL an, daß die Aboralstacheln kürzer als die Schale seien, daß dieselben an ihrer aufgetriebenen Basis 4 kleine, eiförmige, die Oralstacheln dagegen an ihrer Basis 4 herzförmige Poren besitzen.

In Bezug auf diese Punkte ist zu bemerken, daß von den beiden mir vorliegenden Exemplaren das eine (T.-St. 175) eine sehr kräftige, 0,02 mm dicke, das andere (T.-St. 173) dagegen eine sehr dünne Schale besitzt, daß also offenbar hier, wie bei manchen anderen Tuscaroren, individuelle Verschiedenheiten auftreten. Ferner sind bei meinen Exemplaren die Aboralstacheln beträchtlich länger als der Durchmesser, weshalb ich annehmen möchte, daß dieselben bei den HAECKEL'schen Exemplaren abgebrochen waren. Endlich ist in Bezug auf die Basalstücke der Stacheln zu erwähnen, daß bei dem dickschaligen Exemplare (T.-St. 175) die Oral- und Aboralstacheln 8—10, bei dem dünnschaligen (T.-St. 173) nur 4—6 eiförmige Basalporen besaßen. Bei ersterem zeigten die Aboralstacheln an der Basis die von HAECKEL erwähnte leichte Auftreibung.

Schalenhöhe nach Haeckel 1,5, Breite 1,4 mm; Durchmesser der Schale bei meinen südindischen Exemplaren 1,58 mm.

Fundorte: Ch.-St. 291, südlicher Pacifik (Haeckel); T.-St. 173 (südlicher Indik, V. 2500, 1 Ex.), 175 (südlicher Indik, V. 2200, 1 Ex.).

Tuscarora bisternaria John Murray.

Taf. XXIV, Fig. 187—189; Taf. XXV, Fig. 191—192.

Tuscarora bisternaria John Murray, Narr. Chall. Exp., 1885, p. 226, Taf. A, Fig. 16, 16a; Haeckel, 1887, p. 1706, Taf. C, Fig. 1, 1a.

Schale meist breit-birnförmig; seltener mit etwas abgeplatteter Aboralfläche. Peristom ringwulstförmig. Die 3 geraden, divergierenden, „interradialen" Oralstacheln sind an der aufgetriebenen, von 8—10 großen Poren durchbrochenen Basis mit kräftigen, zum Teil verästelten Dornen versehen (Taf. XXIV, Fig. 188) und mit ihrer Basis zum Teil mit dem Peristom verschmolzen (Taf. XXV, Fig. 192). Die 3 (selten 4) geraden, nur an der Basis etwas abgeknickten, schwächer bedornten, „perradialen" Aboralstacheln haben meist eine ausgesprochen äquatoriale Anordnung. Stachelformel $(\frac{3-(4)}{3})$.

Für die meisten Exemplare ist, abgesehen von der Schalenform und der äquatorialen Stellung der Aboralstacheln, die sehr reiche Bedornung der aufgetriebenen Basen der Aboralstacheln (Fig. 188) charakteristisch. Die verhältnismäßig schmalen, zwischen den großen Basalfenstern befindlichen Pilaster tragen an ihrer äußeren Kante übereinander 2 oder 3 kegelförmige, vielfach mehrfach gelappte und von feinen, wellenförmig verlaufenden Centralkanälen durchzogene Apophysen (Fig. 192), so daß geradezu „ornamentale, an gewisse Motive der Kunstschlosserei erinnernde Verzierungen" entstehen (1904, S. 141).

Schalenhöhe nach Haeckel 2,0, bei meinen Exemplaren 1,5 mm.

Die individuellen Abweichungen dieser Art erstrecken sich auf die Schalenform, Wanddicke, Zahl der Poren und Bedornung der Aboralstacheln. Selten treten Varianten mit vier Aboralstacheln auf (Taf. XXIV, Fig. 189; unter den 32 Exemplaren der „Valdivia"-Ausbeute ein einziges). Bestimmte Lokalrassen konnten nicht unterschieden werden.

Fundorte:

Station	Tiefe	Stromgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
Ch.-St. 264	3000 Faden	Centraler Pacifik		
T.-St. 44	V. 3070	Guineastrom	1	
„ „ 46	V. 3000	Südäquatorialstrom	1	Ausgesprochen birnförmig
„ „ 49	V. 3500	Südäquatorialstrom	1	Ausgesprochen birnförmig
„ „ 50	V. 2000	Südäquatorialstrom	1	
„ „ 73	V. 2000	Benguelastrom	2	
„ „ 88	V. 2000	Benguelastrom	1	
„ „ 173	V. 2500	Südlicher Indik	1	Mit häutiger Schale
„ „ 182	V. 2400	Ind. Südäquatorialstrom	1	
„ „ 214	V. 2000	Nördlicher Indik	2	Aboralseite abgeflacht
„ „ 215	V. 2000	Nördlicher Indik	20	Aboralseite abgeflacht (vergl. Taf. XXV, Fig. 191, zum Teil dünnschalig; 1 Exemplar $(\frac{4}{3})$ (Taf. XXIV, Fig. 189)
„ „ 237	V. 2000	Nördlicher Indik	1	Große derbe Form, ähnlich der von Station 49

Verbreitung. Ausgesprochen äquatoriale trioceanische Form, nur vereinzelt außerhalb der 20. Breitengrade vorkommend (Station 88 und 173).

Tuscarora porcellana JOHN MURRAY.

Textfig. 23.

Tuscarora porcellana JOHN MURRAY, 1885, Taf. A, Fig. 18; HAECKEL, 1887, p. 1708, Taf. C, Fig. 6a, 6b.

Schale birnförmig, mit 2 parallelen vertikalen Oralstacheln am Mund und 3 Aboralstacheln in der aboralen Schalenhälfte. Die beiden Oralstacheln sind gerade, kürzer als die Schalenhälfte und liegen einander in den zwei Ecken des schmalen Mundes gegenüber. Ihre Basis weist 4 herzförmige Poren auf. Die 3 Aboralstacheln entspringen zwischen dem mittleren und aboralen Drittel der Schale, sind gerade, cylindrisch, bedornt, ungefähr so lang wie die Schale und divergieren aboralwärts; ihre Basis ist von 4 eiförmigen Poren durchsetzt. Stachelformel $(\frac{3}{2})$.



Fig. 23. *Tuscarora porcellana*. Nach JOHN MURRAY, 1885, Taf. A, Fig. 18.

Schalenhöhe nach HAECKEL 1,5, Breite 1,3 mm.

Diese Form, von welcher mir keine Exemplare vorliegen, scheint *T. Wyvillei* sehr nahezustehen und unterscheidet sich von derselben im wesentlichen wohl nur durch die Zahl der Oralstacheln.

Fundort: Ch.-St. 325, südlicher Atlantik, 2650 Faden.

2. Gattung. *Tuscarilla* (HAECKEL).

Schale kugelig, pyramiden- oder schildförmig. Peristom mehr oder weniger rohrartig verlängert, am Ende etwas erweitert, an seinem Rande 3—6 in gleichen Abständen angeordnete, lange, gerade, meist stark divergierende Oralstacheln mit wenigen, eiförmigen Basalporen (strahliger Peristomtypus). Die Aboralstacheln sind stets aboral gelagert und umsäumen die gewölbte oder abgeplattete Scheitelfläche. Die Zahl der Stacheln, insbesondere der Oralstacheln ist großen Schwankungen unterworfen.

Tuscarilla ampulla V. HAECKER.

Textfig. 24.

Tuscarusa ampulla V. HAECKER, 1904, S. 145, Fig. 15.

Schale kugelig, mit rohrartig verlängertem Peristom. 3 Oralstacheln, 3 die gewölbte Scheitelfläche umsäumende Aboralstacheln. Stachelformel $(\frac{3}{3})$.

Schalenhöhe (einschließlich des Peristoms) 1,45 mm.

Fundort: Vom „Gauß“ in der Antarktis erbeutet (vergl. 1904, S. 146).



Fig. 24. *Tuscarilla ampulla*. Nach V. HAECKER, 1904, Fig. 15.

T. nationalis (Borgert).

Taf. XXII, Fig. 180; Taf. XXVI, Fig. 198—202.

Tuscarora nationalis Borgert, 1892, S. 180, Taf. VI, Fig. 7; 1901 b, S. 44, Fig. 52; 1902, S. 575; 1905, S. 106, Taf. IX, Fig. 1—4; V. Haecker, 1904, S. 151, Fig. 18.

Schale dreiseitig-pyramidal mit abgerundeten Kanten, am oralen Ende in ein Rohr auslaufend, das, trichterförmig erweitert, an seinem Rande vier bis sechs in gleichen Abständen angeordnete lange, gerade oder nur schwach gebogene, stark divergierende Oralstacheln trägt. Letztere dreimal so lang wie die Schale oder noch länger, an ihrer Basis von 1—3 länglich-runden Poren durchbrochen. An den aboralen Ecken der Schale drei gerade, ebenfalls stark divergierende, aber kürzere Aboralstacheln, die etwa ebenso lang oder wenig länger als die Schale sind und in ihrer kegelförmig erweiterten Basis einen Kranz von 3—5 länglich-runden Poren aufweisen. Oral- und Aboralstacheln in einfache Spitzen auslaufend, mit zahlreichen, nach dem distalen Ende zu gekrümmten Dornen besetzt. Stachelformel $\left(\frac{3}{4-6}\right)$.

Höhe der Schale nach Borgert 1,2—1,35, Breite 1,1—1,15 mm.

Mit obiger, nahezu wörtlich von Borgert (1905, S. 106) übernommenen Diagnose stimmen die von der „Valdivia" im nördlichen Indik erbeuteten Exemplare fast durchweg überein. Wenn dagegen Borgert an anderen Stellen (1892, S. 180; 1905, S. 97) sagt, daß bei *T. nationalis* die Porenkanäle fehlen und daß die Schalenwandung nicht jene poröse, „porzellanartige" Beschaffenheit besitze, wie sie sich sonst in der Familie der Tuscaroriden vorfinde, sondern wegen ihrer polygonalen Felderung an die Circoporidenschale erinnere (vergl. 1905, Taf. IX, Fig. 4), so habe ich bei meinen indischen Exemplaren nichts Derartiges finden können. Vielmehr unterscheiden sich die mir vorliegenden Schalen nur durch die geringere Zahl und die geringere Weite der Porenkanäle, durch etwas derbere Tangentialnadeln und vor allem durch eine gröbere Spongiosastruktur von anderen Tuscaroren, beispielsweise von *T. tubulosa*.

Die Art variiert sehr bezüglich der Zahl der oralen Stacheln. Borgert fand bei seinen nordatlantischen Exemplaren gewöhnlich 6, seltener 5 Oralstacheln, während bei den indischen Exemplaren die Zahlen 4 und 5 gleich häufig vorkamen.

Fundorte:

Station	Tiefe	Stromgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
Pl.-Exp. 23. VII.	400—600 m (Temp. bei 400 m 6,9°)	Irmingersee (nördl. Atlantik)	8	$\left(\frac{3}{6}\right)$, seltener $\left(\frac{3}{5}\right)$
T.-St. 173	V. 2500	Südlicher Indik	1	$\left(\frac{3}{4}\right)$
" " 214	V. 2000	Nördlicher Indik	1	$\left(\frac{3}{5}\right)$
" " 221	V. 2000	" "	2	$\left(\frac{3}{4}\right)$ und $\left(\frac{3}{5}\right)$
" " 223	V. 1900	" "	1	$\left(\frac{3}{4}\right)$
" " 228	V. 2500	" "	1	$\left(\frac{3}{4}\right)$
" " 235	V. 2000	" "	1	$\left(\frac{3}{5}\right)$

Verbreitung. Nach den bisherigen Ergebnissen gehört *T. nationalis* dem Atlantik und Indik an und bewohnt das Kühlwasser der skotoplanktonischen Schichten.

T. scutellum (V. Haecker).

Taf. XXIV, Fig. 184; Taf. XXVI, Fig. 203.

Tuscarora scutellum V. Haecker, 1904, S. 143, Fig. 10.

Schale dreieckig-schildförmig. Peristom kelchartig mit vier oralen Stacheln. An den aboralen Ecken der Schale zwei Aboralstacheln. Stachelformel $\left(\frac{2}{4}\right)$.

Höhe der Schale (einschließlich des Peristoms) 1,5 mm.

Diese der *Tuscarilla nationalis* nahestehende Form ist anscheinend auf den südlichen Indik lokalisiert, weshalb ich sie vorläufig noch als selbständige Art festhalte.

Fundorte: T.-St. 173 (südlicher Indik, V. 2500, 5 Exemplare), 175 (südlicher Indik, V. 2200, 1 Exemplar).

T. campanella (V. Haecker).

Taf. XXV, Fig. 193—195.

Tuscarora campanella V. Haecker, 1904, S. 143, Fig. 13; Borgert, 1905, S. 106.

Schale umgekehrt glockenförmig mit annähernd ebener Aboralfläche; Peristom sehr kurz und weit, kelchförmig, mit vier bis sechs nahezu horizontal abgehenden Oralstacheln, welche an der leicht aufgetriebenen Basis 3—4 Basalporen besitzen. Der Rand der Aboralfläche ist von fünf bis sieben stark divergierenden Aboralstacheln umsäumt. Stachelformel $\left(\frac{5-7}{4-6}\right)$.

Durchmesser der Aboralfläche 1,6—1,7 mm; Schalenhöhe (berechnet) 1,2 mm.

Diese der *Tuscarilla nationalis* nahestehende Form ist von ihr durch die gedrückte Schalenform und die größere Anzahl der Aboralstacheln unterschieden. Bemerkenswert ist vor allem die regelmäßige Architektonik des Peristoms und die ursprüngliche Beschaffenheit der Basalkegel der Oralstacheln, welche noch vollkommen den Typus der Aboralstacheln zeigen (Taf. XXV, Fig. 193; s. oben S. 194).

Fundorte:

Station	Tiefe	Stromgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
T.-St. 49	V. 3500	Südäquatorialstrom	3	$\left(\frac{5}{4}\right)$
„ „ 88	V. 2000	Benguelastrom	1	$\left(\frac{7}{6}\right)$
„ „ 112	V. 2000	Agulhasbank	1	$\left(\frac{5}{4}\right)$

3. Gattung. *Tuscarantha* (Haeckel).

Tuscarantha, Haeckel, 1887, S. 1706, partim.

Große Formen mit dreiseitig-pyramidaler, schildförmiger oder ballonförmiger Schale. Das Peristom hat die Gestalt eines kurzen, breiten Rohres und trägt einen von den Basalstücken der Oralstacheln gebildeten korbförmigen Peristomaufsatz. Die Basalstücke der Oralstacheln

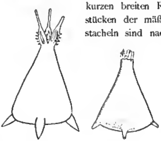
sind spitzbogenartige Bildungen, welche aus 3 oder 4 schlanken, leicht gebogenen und kräftig bedornten Pilastern bestehen, zwischen denen verhältnismäßig große, herz- oder lanzettförmige Basalporen ausgespart bleiben. Die sehr langen Oralstacheln sind meist in der Dreizahl vorhanden, mäßig divergierend, ausnahmsweise auch parallel gerichtet (Taf. XXVI, Fig. 205), nur bei einer Art (*T. hydra*) gehen sie in nahezu horizontaler Richtung ab. Die Aboralstacheln haben eine aborale oder apikale Lage und sind in der Zahl von einem bis dreien vorhanden.

Tuscarantha tetraedra (John Murray).

Textfig. 25.

Tuscarora tetraedra John Murray, 1885, Taf. A, Fig. 19; Borgert, 1905, S. 105.
Tuscarora tetrahedra Haeckel, 1887, p. 1707, Taf. C, Fig. 4, 4 a.

Schale tetraedrisch oder dreiseitig-pyramidal mit abgerundeten Kanten, mit 3 Oralstacheln und 3 mit diesen alternierenden Aboralstacheln. Peristom von der Gestalt eines kurzen breiten Rohres mit korbförmigem Aufsatz, welcher von den Basalstücken der mäßig divergierenden Oralstacheln gebildet wird. Die Aboralstacheln sind nach Haeckel kegelförmige Fortsätze der Schale, die an den drei aboralen Ecken derselben stehen und kaum ein Viertel so lang wie die Schale sind.



a b

Fig. 25. *Tuscarantha tetraedra* (*Tuscarora tetrahedra* Haeckel). a nach Haeckel, 1887, Taf. C, Fig. 4, b nach John Murray, 1885, Taf. A, Fig. 19.

Schalenhöhe 2,5, Breite 2,0 mm.

Es liegt selbstverständlich die Annahme nahe, daß Haeckel Exemplare mit abgebrochenen Aboralstacheln vor sich gehabt habe, wie denn auch die letzteren in der Murray'schen Abbildung als abgebrochene Stümpfe erscheinen. In diesem Fall würde *Tuscarantha Braueri* mit *T. tetraedra* zu vereinigen sein (vergl. auch Borgert, 1905, S. 104). Da indessen auch sonst, nämlich bei Varianten von *Tuscaretta tubulosa*, Verkürzungen und Umbildungen wenigstens der Oralstacheln vorkommen, so muß die Möglichkeit der artlichen Selbständigkeit beider Formen aufrecht erhalten werden.

Fundort: Ch.-St. 348, tropischer Atlantik (Haeckel).

T. Braueri V. Haecker.

Taf. XXV, Fig. 196 und 197; Taf. XXVII, Fig. 209 und 210.

Tuscarora braueri V. Haecker, 1904, S. 142, Fig. 11; Borgert, 1905, S. 105.

Schale dreiseitig-pyramidal mit abgerundeten Kanten oder selten vierseitig-pyramidal oder dreieckig-schildförmig (var. *triangula*, Taf. XXVII, Fig. 210). Peristom von der Gestalt eines kurzen, breiten, an der Oeffnung etwas erweiterten Rohres mit typisch entwickeltem korbförmigem Peristomaufsatz. Die drei langen Oralstacheln mäßig divergierend. Drei, seltener 2 oder 4 sehr lange, mäßig divergierende Aboralstacheln. Stachelformel $\left(\frac{(2-)3(-4)}{3}\right)$.

Höhe der Schale (bis zum Peristomrand) 1,8—2,3 mm.

T. Braueri unterscheidet sich von *T. tetraedra* durch die außerordentlich langen Stacheln (s. die Beschreibung von *T. tetraedra*). Weitaus die meisten der mir vorliegenden Exemplare sind dreiseitig-pyramidal und besitzen drei Aboralstacheln. Nur ein Exemplar aus dem Atlantik hatte 4 Aboralstacheln. An verschiedenen Stationen des Indik wurden dreieckig-schildförmige Formen mit zwei Aboralstacheln gefunden. Da in Station 215 dreiseitig-pyramidale und dreieckig-schildförmige Exemplare nebeneinander vorkamen und außerdem an derselben Station ein etwas verkrüppeltes Exemplar angetroffen wurde, welches eine annähernd dreiseitige Schale, aber nur 2 Aboralstacheln besaß (Taf. XXV, Fig. 196 u. 197), so möchte ich an der artlichen Zusammengehörigkeit der dreiseitigen *T. Braueri* und der zweiseitigen *T. Braueri triangula* keinen Zweifel hegen.

Fundorte:

Station	Tiefe	Stromgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
T.-St. 41	V. 1300	Guineastrom	2	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 43	V. 2500	Guineastrom	2	1 $\left(\frac{3}{3}\right)$, 1 Bruchstück
„ „ 44	V. 3070	Guineastrom	1	
„ „ 46	V. 3000	Südäquatorialstrom	1	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 49	V. 3500	Südäquatorialstrom	4	3 $\left(\frac{3}{3}\right)$, 1 $\left(\frac{4}{3}\right)$
„ „ 50	V. 4000	Südäquatorialstrom	1	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 54	V. 2000	Guineastrom	1	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 66	V. 3000	Golf von Genua	1	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 89	V. 3000	Benguelastrom	1	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 175	V. 2200	Südlicher Indik	1	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 182	V. 2400	Ind. Südäquatorialstrom	1	$\left(\frac{2}{3}\right)$ (var. *triangula*)
„ „ 214	V. 2000	Nördlicher Indik	1	$\left(\frac{2}{3}\right)$ (var. *triangula*)
„ „ 215	V. 2500	Nördlicher Indik	9	1 $\left(\frac{3}{3}\right)$ 1 Uebergangsform 7 $\left(\frac{2}{3}\right)$ (var. *triangula*)
„ „ 221	V. 2000	Nördlicher Indik	1	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 228	V. 2500	Nördlicher Indik	7	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 268	V. 1500	Nördlicher Indik	4	$\left(\frac{3}{3}\right)$

Verbreitung. *T. Braueri* ist vorzugsweise eine Bewohnerin der äquatorialen Gebiete des Atlantik und Indik. Nur im Benguelastrom und im südlichen Indik wurde sie südlich des Wendekreises, jedoch noch innerhalb des 40. Grades angetroffen. In den nordöstlichen Gebieten des Indik tritt die Varietät *triangula* als Lokalrasse auf.

T. Luciae V. HAECKER.

Taf. XXVI, Fig. 205 und 206; Taf. XXVII, Fig. 207.

Tuscaridium Luciae V. HAECKER, 1904, S. 149, Fig. 140; BORGERT, 1905, S. 108.

Schale ballonförmig mit stark gewölbter Aboral- und allmählich sich verjüngender Oralhälfte. Aboralfläche in allmählicher Krümmung in den sehr kräftigen Basalkegel des Apikalstachels ausgezogen. Peristom von der Gestalt eines kurzen, breiten, an der Oeffnung etwas erweiterten Rohres, mit wohlausgebildetem, korbförmigem Peristomaufsatz. Drei sehr lange, die doppelte Schalenlänge erreichende Oralstacheln. Ein einziger Apikalstachel von doppelter Schalenlänge. Stachelformel $(\frac{1}{3})$.

Höhe der Schale von den Basalporen des Aboralstachels bis zum Peristomrand (Basis der Oralstacheln) 3 mm; Länge der Oralstacheln 6 mm; Länge der Aboralstacheln 6 mm.

In Bezug auf die Schalenform treten verschiedene Varietäten auf, insofern nicht sämtliche Exemplare die außerordentlich elegante Form des in Taf. XXVII, Fig. 207 abgebildeten Exemplars aufweisen. Auch sonst sind Individualvarianten nicht selten. So zeigt das in Taf. XXVI, Fig. 205 abgebildete Exemplar einen schräg aufsitzenden Aboralstachel (ähnlich manchen Exemplaren von *Euphysetta elegans*), einen sehr stark eingeschnürten Peristomhals und parallel gerichtete Oralstacheln, das Exemplar der Fig. 206 eine plumpe, sehr stark verbreiterte Schale und stark divergierende Oralstacheln.

BORGERT (1905, S. 104, 108) hat im Hinblick auf die Uebereinstimmung, welche die Peristombildung von *T. Luciae* mit derjenigen von *T. Braueri* zeigt, und mit Rücksicht darauf, daß von *T. Braueri* eine Varietät (var. *triangula*) mit nur 2 Aboralstacheln bekannt ist, die Vermutung ausgesprochen, daß auch *T. Luciae* nur eine Varietät von *T. Braueri* sei, bei welcher die Reduktion der Aboralstacheln bis zur Einzahl gegangen ist. „Die drei in Rede stehenden Formen würden eine völlig geschlossene Reihe bilden."

Wenn nun thatsächlich auch eine weitgehende Uebereinstimmung bezüglich der Peristombildung, der Schalengröße und des Aufenthaltsortes zwischen *T. Luciae* und *Braueri* besteht und die Unterbringung beider Arten innerhalb einer Gattung notwendig zu sein scheint, so möchte ich doch der Annahme von BORGERT zwei Umstände entgegenhalten. Erstens würde eine Vereinigung der beiden Arten nur dann begründet werden können, wenn sich Uebergangsformen zwischen den beiden nachweisen lassen, so etwa, wie der oben beschriebene Krüppel eine Zwischenstufe zwischen *T. Braueri* und *T. Braueri* var. *triangula* darstellt. Beweist doch eine solche monströse Zwischenform, daß in dem betreffenden Organismus zwei verschiedene Anlagen stecken, welche miteinander einen zuweilen unentschieden bleibenden Konkurrenzkampf zu bestehen haben. Zweitens muß gesagt werden, daß ja die Unterschiede zwischen *T. Luciae* und *Braueri* nicht bloß in der ungleichen Stachelzahl bestehen, daß vielmehr durch die Stellung der Stacheln eine ganz verschiedene Funktion derselben und damit erheblich verschiedene statische Verhältnisse bedingt sind. Während bei *T. Braueri* die schräg nach außen gerichteten Aboralstacheln sicherlich die Bedeutung von Schwebeapparaten haben — eine Funktion, in welcher sie möglicherweise, ähnlich wie die Oralstacheln von *T. nationalis*, durch eine Art Spannhaut unterstützt werden —, kann eine solche Bedeutung für den Apikalstachel von *T. Luciae* nicht in Frage kommen, vielmehr muß hier das statische Gleichgewicht und die Schwebfähigkeit im wesentlichen schon durch die

Schale selbst und durch die Oralstacheln bedingt sein. *T. Braueri* und *T. Luciae* verhalten sich daher nicht zu einander wie die „Stachel-Mutanten“ der anderen Tuscaroren, sondern wie die beiden nahe verwandten antarktischen Challengeriden *Protocystis bicornis* und *Swirei*.

Fundorte:

Station	Tiefe	Stromgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
T.-St. 66	V. 3000	Golf von Guinea	1	
„ „ 74	V. 3000	Benguelastrom	2	
„ „ 88	V. 2000		1	
„ „ 214	V. 2000	Nördlicher Indik	5	
„ „ 215	V. 2500		2	1 Exemplar mit parallelen Oralstacheln
„ „ 230	V. 1500		3	

T. hydra n. sp.

Textfig. 26.

Schale spindelförmig, derbwandig, mit einem Apikalstachel. Peristom von der Gestalt eines kurzen, breiten, an der Oeffnung erweiterten Rohres. Fünf Oralstacheln, welche, ähnlich denen von *T. Braueri* und *Luciae*, stark entwickelte, von mehreren großen Fensteröffnungen durchbrochene Basalstücke besitzen, aber horizontal abgebogen sind. Stachelformel $(\frac{1}{5})$.

Höhe der Schale (vom Peristomrand bis zu den Poren des Apikalstachels) 2,8 mm.

Fundort: T.-St. 115 (Wurzel des Benguelastroms, V, 1 Ex.).



Fig. 26. *Tuscarantha hydra* n. sp.

4. Gattung. *Tuscaridium* Haeckel.

Tuscaridium Haeckel, 1887, p. 1709; Borgert, 1905, S. 108, partim.

Große Formen mit spindelförmiger oder vielseitig-pyramidaler Schale. Peristom verlängert, halbkreisförmig umgebogen, so daß die Schalenmündung aboralwärts zu liegen kommt, im ganzen helmförmig (nach Haeckel vogelkopfähnlich). Vier Oralstacheln, welche an den Seitenflächen des Peristoms paarweise, im ganzen in kreuzweiser Anordnung hervortreten und eine nahezu horizontale Lage haben. Ein einziger Apikalstachel oder 5—6 Aboralstacheln.

Die Gattung *Tuscaridium* ist von Haeckel für die beiden einander nahestehenden Formen *T. cygneum* (John Murray) und *lithornithium* Haeckel aufgestellt worden mit der Diagnose: „Tuscaroriden ohne radiale Aboralfüße, dagegen mit einem terminalen, axialen Kaudalfuß und einer variabeln Zahl von Cirkoralzähnen“. Dieser Diagnose fügte sich auch *Tuscarantha Luciae* ein, weshalb ich (1904, S. 149) und

Borgert (1905, S. 108) diese Art mit der Haeckel'schen Gattung *Tuscaridium* vereinigt haben. Die genauere Untersuchung der Familie hat nun aber erkennen lassen, daß die Schalenform als systematisches Kriterium eine wesentlich geringere Bedeutung hat als die Beschaffenheit des Peristoms. In letzterer Hinsicht ist nochmals daran zu erinnern, daß das Peristom bei *T. Luciae*, morphologisch betrachtet, eine durchaus andere Bildung ist als bei *Tuscaridium cygneum*. In dem einen Fall hat es die Gestalt eines kurzen breiten Rohres, welches einen von den Basalstücken der Oralstacheln gebildeten korbförmigen Aufsatz trägt, im anderen Fall ist es nahezu halbkreisförmig umgebogen, und die Oralstacheln sind nicht seinem Rande, sondern seinen Seitenflächen eingepflanzt (S. 195, Textfig. 21c). Sie besitzen demnach noch vollständige Basalkegel, deren Fenster durch einen basalen Hohlraum ins Innere des Peristomrohres führen und welche also in dieser Hinsicht, gegenüber den Oralstacheln von *T. Luciae*, ursprünglichere Verhältnisse aufweisen.

Während also *Tuscarantha Luciae* in Bezug auf die Peristombildung in jeder Hinsicht mit *T. Braueri* übereinstimmt, steht *T. cygneum* bis auf kleine Einzelheiten des Peristoms mit einer neuen „Valdivia"-Art, *T. galeatum*, im Einklang. In beiden Fällen zeigt das Peristom eine doppelte Umknickung, nämlich am Abgangsort des „dorsalen" Oralstachelpaares und am unteren Ende der Schalenachse, in beiden Fällen weisen die Oralstacheln genau die nämlichen Anordnungsverhältnisse auf, in beiden Fällen ist das Peristom mit Dornen bewehrt, von kleinen fensterartigen Oeffnungen (buccal holes, Haeckel) durchbrochen und mit einem unregelmäßig zackigen Mündungsrande versehen.

Gegenüber dieser vollkommenen Uebereinstimmung bezüglich der Peristombildung ist, wie ich glaube, die verschiedene Schalenform von *Tuscaridium cygneum* und *galeatum* kein genügender Grund, um die beiden Formen so weit voneinander zu trennen, wie dies Borgert in seinem System gethan hat. Vielmehr entspricht es wohl den natürlichen Beziehungen, wenn sie in einer Gattung miteinander vereinigt werden.

Tuscaridium cygneum (John Murray).

Taf. XXVI, Fig. 204; Taf. XXXII, Fig. 243; Taf. XXXIII, Fig. 254.

Tuscarora cygnea John Murray, 1885, p. 226, Taf. A, Fig. 20.
Tuscaridium cygneum Haeckel, 1887, p. 1709, + *Tuscaridium lithornithium* Haeckel, 1887, p. 1710, Taf. C, Fig. 8, 8a, 8b.

Schale spindelförmig, etwa zweimal so lang als breit. Peristom helmförmig; jederseits mit einigen unregelmäßigen fensterförmigen Oeffnungen („buccal holes"), mit bedornter Außenfläche und unregelmäßig zackigem Schalenmund. An den Seitenflächen des Peristoms entspringen jederseits zwei horizontale, kreuzweise angeordnete Oralstacheln. Am aboralen Schalenende ein langer Apikalstachel. Stachelformel $(\frac{1}{4})$.

Schalenhöhe nach Haeckel 3,2 mm *(T. cygneum)* bis 3,6 mm *(T. lithornithium)* Schalenhöhe der atlantischen Exemplare 2,9—3 mm.

Varianten: Haeckel hat eine zweite, gleichfalls nordpacifische Art, *Tuscaridium lithornithium*, unterschieden, welche sich durch folgende Merkmale von *T. cygneum* unterscheiden soll: Die gekrümmte Proboscis des Peristoms ist breiter und dorniger; die 4 Aboralstacheln und der Apikalstachel sind sehr dornig (bei *T. cygneum* nahezu glatt); die Zahl der „buccal holes" beträgt jederseits 6—8 (bei *T. cygneum* 3—4); jeder Oralstachel ist an der Basis von

6 oder 8 Poren durchsetzt (bei *T. cygneum* von 4); die Basis des Apikalstachels weist 4 kreuzweise gestellte Poren auf (bei *T. cygneum* nur 2); die Länge der Schale beträgt 3,6 mm (bei *T. cygneum* 3,2).

Die mir vorliegenden tropisch-atlantischen Exemplare stimmen in Bezug auf die außerordentlich dornige Beschaffenheit des Peristoms und der Stacheln mit *T. lithornithium* überein, dagegen stehen sie hinsichtlich der geringen Zahl (2—3) der Basalporen, der Oral- und Aboralstacheln, sowie hinsichtlich des Schalendurchmessers mit *T. cygneum* im Einklang. Sie stellen also eine natürliche Zwischenstufe zwischen den beiden Haeckel'schen Formen dar, so daß deren Vereinigung in einer Species geboten erscheint, um so mehr als die nordpacifischen Fundorte der beiden Haeckel'schen Formen einander sehr naheliegen.

Fundorte: Ch.-St. 250, nördlicher Pacifik (Haeckel, *T. cygneum*); Ch.-St. 264, nördlicher Pacifik (Haeckel, *T. lithornithium*); T.-St. 49 (atlantischer Südäquatorialstrom, V. 3500, Zwischenform, 9 Exemplare).

T. galeatum V. Haecker.

Taf. XXVIII, Fig. 214.

Tuscarora galeata V. Haecker, 1904, S. 145, Fig. 12; Borgert, 1905, S. 106.

Schale umgekehrt glockenförmig oder vielseitig-pyramidal mit ebener Aboralfläche. Peristom helmförmig mit 4 horizontalen, kreuzweise angeordneten Oralstacheln. Fünf bis sechs Aboralstacheln. Stachelformel $\left(\frac{5-6}{4}\right)$.

Schalenhöhe (von der Aboralfläche bis zur unteren Knickung des Peristoms gemessen) 2—2,3 mm.

Fundorte:

Station	Tiefe	Meeresgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
T.-St. 91	V. 2000	Benguelastrom	1	$\left(\frac{6}{4}\right)$
„ „ 175	V. 2200	Südlicher Indik	1	$\left(\frac{6}{4}\right)$
„ „ 218	V. 2000	Nördlicher Indik	4	$2\left(\frac{5}{4}\right)$, $2\left(\frac{6}{4}\right)$

5. Gattung. *Tuscaretta* (Haeckel).

Tuscaretta subgen., Haeckel, 1887, p. 1707 (partim).

Schale nahezu kugelig, birn- oder pflaumenförmig, zuweilen auch von der Gestalt einer Birne mit abgeplatteter Aboralfläche (zwiebelförmig). Peristom kelch-, korb- oder schnabelförmig. Oralstacheln dem Rande des Peristoms aufsitzend, parallel gerichtet, divergierend oder konvergierend, in letzterem Falle sich zuweilen kreuzend. Aboralstacheln cirkoral (d. h. im oralen Schalendrittel in der Nähe des Peristoms) eingefügt, stark aboralwärts umgebogen, von bedeutender Länge und an der Umbiegungsstelle meist mit kräftigen Häkchen versehen (z. B. Taf. XXVIII, Fig. 217). Zahl der Stacheln, namentlich der Aboralstacheln stark variabel.

Von *Tuscaretta globosa Chuni* fanden sich einzelne Kolonien von je 8 Individuen, welche durch eine *Sagenoarium*-ähnliche gemeinsame Gitterschale verbunden waren (Taf. XXIX, Fig. 222).

Auch bei anderen Formen von *Tuscaretta (T. tubulosa, passercula, Belknapi)* wurden häufig Reste von Gitterwerk angetroffen. Insbesondere wurden nicht selten mehrere, 2 oder 3 Individuen von *Tuscarusa tubulosa* (Varietät B und C) gefunden, welche durch Teile einer gemeinsamen Gitterschale miteinander verbunden waren. Es darf wohl die Vermutung ausgesprochen werden, daß alle hierher gehörigen Formen ein koloniebildendes Stadium durchlaufen und daß die cirkorale Anordnung, der geschwungene Verlauf und die besondere Bewehrung der Aboralstacheln Einrichtungen sind, welche speciell mit der Verankerung der Einzelindividuen im gemeinsamen Gehäuse im Zusammenhang stehen.

Tuscaretta Belknapi (JOHN MURRAY).

Taf. XXXI, Fig. 238 und 239; Taf. XXXII, Fig. 241; Taf. XXXIII, Fig. 251—253.

Tuscarora belknapii JOHN MURRAY, 1885, p. 226, Taf. A, Fig. 15, 15a—15d; HAECKEL, 1887, p. 1708.
Tuscarora murrayi HAECKEL, p. 1706, Taf. C, Fig. 2.

Schale birnförmig oder zwiebelförmig (birnförmig mit abgeplatteter Aboralfläche). Peristom rohrförmig verlängert, in der Mitte meist leicht sanduhrartig eingeschnürt, seltener (HAECKEL, Taf. C, Fig. 2) leicht aufgetrieben. Drei oder vier Oralstacheln dem Peristomrand aufsitzend, leicht divergierend, mit abgeplatteter, von wenigen, bei den indischen Exemplaren meist nur von einer Pore durchbrochen. Die drei oder vier Aboralstacheln entspringen cirkoral, um die Basis des Peristoms herum, verlaufen zunächst oralwärts bis etwa auf die Höhe des Schalenmundes und biegen dann in weitem Bogen aboralwärts ab. Sie besitzen meist einen stark verlängerten, auf der Höhe ihrer Basalporen deutlich aufgetriebenen Basalkegel und sind längs ihrer Krümmung mit kräftigen Häkchen bewehrt. Bei den Exemplaren der nordindischen T.-St. 215 wurden häufig Reste einer gemeinsamen Gitterschale gefunden. Schalenformel $\left(\frac{3-4}{3-4}\right)$.

Schalenhöhe nach HAECKEL 2,5 mm *(T. belknapi* und *murrayi)*; Schalenlänge der indischen Exemplare (einschließlich des Peristoms) 2,8—2,9 mm.

Varianten: Auch diese Form weist bezüglich der Zahl der Oral- und Aboralstacheln individuelle Variationen auf, wenigstens fand ich im nördlichen Indik an nicht sehr weit voneinander getrennten Stellen Exemplare von der Stachelformel $\left(\frac{3}{3}\right)$ und $\left(\frac{4}{4}\right)$, von denen die ersteren der HAECKEL'schen Art *Tuscarora murrayi* entsprechen. Die ursprüngliche MURRAY'sche Art *Tuscarora belknapii* mit der Stachelformel $\left(\frac{3}{4}\right)$ stellt offenbar eine Zwischenform dar, weshalb ich für die Vereinigung der beiden Arten eintreten möchte, um so mehr als dieselben vom „Challenger" an zwei benachbarten Stationen erbeutet wurden.

Fundorte:

Station	Tiefe	Meeresgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
Ch.-St. 295	1500 Faden	Südlicher Pacifik		„*T. murrayi*" $\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 293	2025 Faden	Südlicher Pacifik		„*T. belknapii*" $\left(\frac{3}{4}\right)$
T.-St. 215	V. 2500	Nördlicher Indik	50	$\left(\frac{3}{3}\right)$
„ „ 235	V. 2000	Nördlicher Indik	2	$\left(\frac{4}{4}\right)$
„ „ 237	V. 2000	Nördlicher Indik	5	$\left(\frac{4}{4}\right)$

T. aëronauta n. sp.

Taf. XXVII, Fig. 211—213.

Tuscarusa aëronauta V. Haecker, 1904, S. 146, Fig. 16.

Schale ballon- oder eiförmig, verhältnismäßig dünnschalig. Das Peristom bildet einen kurzen, eingeschnürten Hohlcylinder und erinnert an das Manubrium mancher Medusen. Drei[1]) oder vier Oralstacheln, welche der Basalporen entbehren, schwach bedornt sind, meist mit einer löffelartigen Verbreiterung beginnen und mehr oder weniger stark divergieren. Vier bis sechs, im oralen Drittel der Schale abgehende Aboralstacheln. An sämtlichen Exemplaren waren sowohl die Oral- als die Aboralstacheln abgebrochen, so daß über ihre Länge und ihren weiteren Verlauf nichts gesagt werden kann.

Gitterreste wurden bei den wenigen vorliegenden Exemplaren nicht gefunden, doch weist die Anordnung der Aboralstacheln mit großer Wahrscheinlichkeit darauf hin, daß ein koloniebildendes Stadium durchlaufen wird.

Stachelformel $\left(\frac{4-6}{3-4}\right)$ [1]).

Schalenhöhe 1,6 mm.

Fundorte:

Station	Tiefe	Meeresgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
T.-St. 91	V. 2000	Benguelastrom	1	$\left(\frac{5}{4}\right)$
„ „ 135	V. 1500	Antarktis	2	$\left(\frac{4}{4}\right)$ und $\left(\frac{6}{4}\right)$

Verbreitung. Diese Form gehört nach den Befunden der „Valdivia“ und einem damit übereinstimmenden Funde des „Gauß“ den kalten und kühlen Meeresgebieten der südlichen Hemisphäre an. Sie scheint hier die mehr in wärmeren Meeresteilen verbreitete *T. Belknapi* zu vertreten.

T. cepa n. sp.

Taf. XXVIII, Fig. 221.

Schale birnförmig, mit abgeplatteter Aboralfläche (zwiebelförmig; cepa, Zwiebel), bei dem vorliegenden Exemplar von außerordentlich geringer Wanddicke. Eine eigentliche Peristombildung fehlt; die Schale verjüngt sich ganz allmählich vom aboralen Drittel gegen die weite Schalenöffnung hin. Drei Oralstacheln, welche mit verbreiterten, spitzbogenartigen Basalstücken der Schalenöffnung ansitzen. An dem vorliegenden Exemplar waren nur 2 Aboralstacheln erhalten, jedoch ließ die Bruchstelle der Schale deutlich erkennen, daß im ganzen 3 vorhanden waren. Die Aboralstacheln entspringen sehr nahe der Schalenöffnung mit breitem Basalkegel und sind in ihrem Anfangsabschnitt mit Häkchen versehen (bei dem vorliegenden Exemplar sind sie an der Krümmungsstelle abgebrochen). Schalenformel $\left(\frac{3}{3}\right)$.

Schalenhöhe 1,58 mm.

1) Vom „Gauß“ wurden in der Antarktis 2 Exemplare mit drei Oral- und 5 Aboralstacheln gefischt. Vergl. hierzu V. Haecker, 1904, S. 146.

Diese Form vereinigt in eigentümlicher Weise die Merkmale von *T. Belknapi* und *globosa* in sich, indem sie von ersterer die zwiebelförmige Schalenform, von letzterer die spitzbogenartigen Basalstücke der Oralstacheln aufweist.

Fundort: T.-St. 215 (nördlicher Indik, V. 2500, 1 Exemplar, zwischen zahlreichen Exemplaren von *T. Belknapi* gefunden).

T. globosa (Borgert).

Taf. XIX, Fig. 169; Taf. XXVIII, Fig. 215—217; Taf. XXIX, Fig. 222—223; Taf. XXXII, Fig. 242, 249.

Tuscarusa globosa Borgert, 1902, S. 575, Fig. L; 1905, S. 107, Taf. IX, Fig. 5 und 6.
„*Tuscarora*" Chun, Aus den Tiefen des Weltmeeres, 1. Aufl., Jena 1900, S. 208, Fig. 1.
Tuscarusa Chuni V. Haecker, 1904, S. 148, Fig. 17.

Schale von annähernd kugeliger Gestalt (var. *atlantica*) oder mützenförmig mit verkürzter Hauptachse und etwas abgeplatteter Aboral- und Oralfläche (var. *Chuni*). Peristom von der Gestalt eines kurzen, breiten, von der Schale gut abgesetzten Rohres. Drei kurze, dünne, leicht divergierende Oralstacheln, welche mit spitzbogenartigen, von 1 oder 2 großen dreieckigen Fenstern durchbrochenen Basalstücken dem Peristomrande aufsitzen. Die vier bis sechs schlanken, sehr langen Aboralstacheln umsäumen in mäßigem Abstande die Oralfläche und krümmen sich in weitem Bogen nach der Aboralseite um. An der Krümmungsfläche sind sie mit zahlreichen Häkchen besetzt.

Die gemeinsame Gitterschale der antarktischen Form (Taf. XIX, Fig. 169) hat im ganzen die Struktur der Schale von *Sagenoarium*. Sie besteht aus 2 konzentrischen Gitterschalen, deren Maschen durch lauter gleichseitige Dreiecke gebildet werden. Die beiden Schalen sind durch zeltförmige Nadelbündel miteinander verbunden, welche mit ihrer Basis in der inneren, mit ihrer Spitze in der äußeren Schale liegen und mit den verlängerten Zeltstäben über die letztere noch eine Strecke hinausragen[1]).

Die Einzelindividuen sind mit ihren Schalen in fensterförmige Oeffnungen der gemeinsamen Gitterschale eingelassen, so daß das Peristom und die Oralstacheln innerhalb der Gitterschale gelagert sind. Die Zeichnung Taf. XXIX, Fig. 222 wurde nach den beiden vollständigen Kolonien angefertigt, welche von der „Valdivia" in Station 142 erbeutet worden sind. Die beiden Kolonien waren damals noch vollständig intakt und ertrugen eine Zeitlang ein vorsichtiges Rollen zum Zweck der Orientierung. In diesem Zustand bot sich uns bei der verhältnismäßig schwachen (23-fachen) Vergrößerung immer wieder das hier dargestellte Verhältnis zwischen den Einzelgehäusen und der Gitterschale, ohne daß wir zunächst in der Lage waren, über die Art der Einlassung etwas Genaueres zu ermitteln, da die Anwendung von stärkeren Vergrößerungen wegen der die Gitterschale überragenden Aboralstacheln nicht möglich war. Inzwischen haben aber die Kolonien bei dem mehrfachen Transport und bei den übrigen mit der Untersuchung verbundenen Manipulationen Schaden gelitten und mehrere Einzelgehäuse sind in die Tiefe eingebrochen, so daß die Fensteröffnungen wenigstens zum Teil freigelegt worden sind. An diesen Stellen ist folgendes zu erkennen:

1) Die Begrenzung der Fensteröffnungen wird ausschließlich durch Knotenpunkte und durch vollständige, von je 2 Knotenpunkten eingeschlossene, den Einzelgehäusen tangential

1) Ueber die Unterschiede von der *Sagenoarium*-Schale vergl. oben S. 197 unten.

anliegende Stäbe gebildet (Taf. XXIX, Fig. 223, konkave Seite). Frei hervorragende, d. h. nur von einem Knotenpunkt gestützte, vollständige oder unvollständige Stäbe kommen, im Gegensatz zu künstlich erzeugten Rissen und Brüchen, nicht vor.

2) Die Hexagone der unteren Schalenlamelle, auf welchen die Pyramiden sich erheben, weisen in der Nähe der Fensteröffnungen vielfache Umbildungen und Reduktionen auf, so daß Vierecke, Hexagone mit ausgefallenen Radialstäben u. s. w. entstehen. Dementsprechend zeigen auch die Zelte, sowie die Maschen der oberen Lamelle Modifikationen aller Art, insbesondere Reduktionen (Fig. 223). Im ganzen findet man ähnliche Unregelmäßigkeiten des Maschenwerkes, wie an den spitzigen Polen der Schalen von *Sagenoarium*, *Aulatractus* u. s. w.

3) Der Rand der Fensteröffnungen bildet großenteils, entsprechend der Form der oralen Hälfte der Einzelgehäuse eine Art Böschung, insofern der Rand der unteren Lamelle über den der oberen hervorragt (Fig. 223, rechts oben). Doch kann an einzelnen Stellen auch die obere Lamelle über die untere überhängen (Fig. 222, links oben).

4) An den Durchtrittsstellen der Aboralstacheln sind keine besonderen Modifikationen des Maschenwerkes zu erkennen.

Schalendurchmesser der atlantischen Form nach Borgert 1,1—1,2 mm; Schalenhöhe (einschließlich des Peristoms) bei den atlantischen Exemplaren der „Valdivia" 1,35, bei den antarktischen Exemplaren 1,1 mm.

Varianten: Nach dem vorliegenden Material sind 2 geographische Unterarten zu unterscheiden:

a) *Tuscaretta globosa atlantica* (Taf. XXVIII, Fig. 215) mit den von Borgert angegebenen Merkmalen. Gekennzeichnet durch die annähernd kugelige Schalenform, durch die außerordentliche Wanddicke (dieselbe übertrifft mit 0,025 mm die Wanddicke aller anderen Tuscaroriden), durch die geringere Zahl der Aboralstacheln (meist 4, selten 5). Bei einzelnen südatlantischen Individuen fand ich sehr stark hervortretende Porenhöcker, infolgedessen die Schalenwandung ein auffallend buckliges Aussehen hatte. Gitterschalenreste wurden bisher bei dieser Form nicht gefunden.

Verbreitung. Atlantik.

b) *Tuscaretta globosa Chuni* (Taf. XXVIII, Fig. 216—217; Taf. XXIX, Fig. 222). Gekennzeichnet durch die abgeflachte, mützenförmige Schale, durch die geringere Wanddicke derselben und durch die größere Zahl von Aboralstacheln (meist 5, seltener 4 oder 6). Die betreffenden Individuen sind teils zu 8 durch eine gemeinsame Gitterschale verbunden, teils mit mehr oder weniger reichlichen Gitterwerkresten versehen.

Verbreitung. Antarktis.

Die letztere Unterart hatte ich früher (1904, S. 148) unter der Bezeichnung *Tuscarusa Chuni* als eigene Art beschrieben, da eigentliche Zwischenstufen zwischen ihr und der atlantischen Form fehlen. Indessen möchte ich doch die Unterschiede zwischen beiden Formen, wenigstens was die Einzelgehäuse anbelangt, für zu geringfügig halten, um die artliche Trennung der beiden Formen zu rechtfertigen, es sei denn, daß spätere Untersuchungen herausstellen sollten, daß die atlantische Form thatsächlich keinen koloniebildenden Zustand durchläuft. In diesem Fall müßte wohl die Species *Tuscaretta Chuni* wiederhergestellt werden.

Fundorte:

Station	Tiefe	Meeresgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
Pl.-E. 13. X.	Oberhalb 500 m	Nordäquatorialstrom	5	*T. globosa atlantica*, großenteils $\left(\frac{4}{3}\right)$, seltener $\left(\frac{5}{3}\right)$
T.-St. 88	V. 2000	Benguelastrom	5	*T. globosa atlantica* mit außerordentlich dicken, kugeligen Schalen; 4 $\left(\frac{4}{3}\right)$, 1 $\left(\frac{5}{3}\right)$
S. P.-E. 12. XI. 01[1]	V. 3000	Südlicher Atlantik	2	$\left(\frac{4}{3}\right)$
T.-St. 135	V. 1500	Antarktis	21	2 $\left(\frac{6}{3}\right)$, 18 $\left(\frac{5}{3}\right)$, 1 $\left(\frac{4}{3}\right)$
„ „ 136	V. 2000	Antarktis	10	jedenfalls großenteils $\left(\frac{5}{3}\right)$
„ „ 139	V. 2000	Antarktis	10	jedenfalls großenteils $\left(\frac{5}{3}\right)$
„ „ 142	V. 1000	Antarktis	39	großenteils $\left(\frac{5}{3}\right)$; nur je 1 $\left(\frac{6}{3}\right)$ und $\left(\frac{4}{3}\right)$ festgestellt; darunter 2 vollständige Kolonien von je 8 Exemplaren; ferner 5 durch Gitterwerk zusammenhängende Exemplare (1 $\left(\frac{6}{3}\right)$ und 4 $\left(\frac{5}{3}\right)$[1]); auch die übrigen Individuen großenteils durch Gitterwerk zusammenhängend
„ „ 145	V. 1500	Antarktis	4	$\left(\frac{5}{3}\right)$
„ „ 149	V. 1500	Antarktis	12	$\left(\frac{5}{3}\right)$

V e r b r e i t u n g. Anscheinend unipolar-submergente Art mit dem Hauptverbreitungsgebiet in der Antarktis und in den Tiefen des Atlantik. Deutliche Gliederung in 2 geographische Unterarten, eine atlantische *(atlantica)* und eine antarktische *(Chuni)*. Von ersterer wurden durch die Plankton-Expedition einige Exemplare den Tiefen oberhalb des 500 m-Horizontes entnommen. Es ist indessen zu vermuten, daß die Vertikalverbreitung der atlantischen Unterart verhältnismäßig tief geht, da die im südlichen Atlantik von der „Valdivia" und vom „Gauß" gefischten Exemplare ganz außerordentlich dicke Schalen besitzen und in dieser Hinsicht alle anderen Tuscaroriden übertreffen. Da nun aber bei den Tripyleen ganz allgemein die Schalendicke mit zunehmender Tiefe zu wachsen scheint, so wird man dazu geführt, für die atlantische Unterart eine besonders weitgehende Tiefenverbreitung anzunehmen. Ueber die Vertikalverbreitung der antarktischen Unterart fehlen genaue Angaben. Bemerkt sei nur, daß sie in den Vertikalnetzfängen fast regelmäßig mit *T. passercula* vergesellschaftet war, für welche Form durch zwei Schließnetzfänge das Vorkommen zwischen 470 und 700 m nachgewiesen wurde.

In Anbetracht des sporadischen Fundes der *T. globosa atlantica* im Nordäquatorialstrom ist zu vermuten, daß die Horizontalverbreitung der *T. globosa* eine sehr ausgedehnte ist, insbesondere kann von der *T. globosa* noch am ehesten unter allen bekannten Tuscaroriden erwartet werden, daß sie einmal im nördlichen Eismeer aufgefunden wird.

Bemerkt sei schließlich noch, daß die Exemplare von *T. globosa antarctica*, welche im Benguelastrom (T.-St. 88) gefunden wurden, e i n e g a n z a u f f ä l l i g e K o n v e r g e n z mit den

1) Vergl. V. HAECKER, 1904, S. 138.

gleichzeitig gefischten Exemplaren von *T. tubulosa* (var. *sphaeridium*) zeigten, was Größe, kugelige Schalenform, Schalendicke und die Vierzahl der Aboralstacheln anbelangt.

T. tubulosa (John Murray).

Taf. XXIII, Fig. 181; Taf. XXIV, Fig. 185; Taf. XXX, Fig. 224—233; Taf. XXXI, Fig. 234—236; Taf. XXXII, Fig 244—247, 250.

Tuscarora tubulosa John Murray, Narr. Chall.-Exp., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 17.
Tuscarora (Tuscaretta) tubulosa Haeckel, Rep., p. 1707, Taf. C, Fig. 5, 5 a, 5 b + *Tuscarusa medusa* Haeckel, Rep., p. 1709, Taf. C, Fig. 7, 7 a.

Schale birnförmig, ei- oder kuppelförmig. Peristom seitlich zusammengedrückt, mit spaltförmiger Oeffnung. Zwei Oralstacheln, den Winkeln des Peristoms eingepflanzt, bald leicht divergierend, bald parallel verlaufend, bald konvergierend oder sich kreuzend. Drei oder vier, selten 2 oder 5 Aboralstacheln, welche im oralen Drittel der Schale zunächst in radialer Richtung abgehen und dann in starker Krümmung in aboraler Richtung umbiegen.

Von weiteren Merkmalen ist hervorzuheben, daß die verhältnismäßig dicke, meist bräunlich gefärbte Schale von zahlreichen, einfach verlaufenden Poren durchsetzt ist (Taf. XXIV, Fig. 185), daß die Aboral- und Oralstacheln in ihren Anfangsabschnitten mit mehr oder weniger zahlreichen, vielfach stark hakenförmig gekrümmten Dornen besetzt sind (siehe namentlich Taf. XXX, Fig. 234), daß sie an ihrer Basis 4—5 in das Schalenlumen führende Fensteröffnungen (pedal und dental pores) besitzen, und endlich daß an ihnen häufig Reste eines *Sagenoarium*-ähnlichen Gitterwerkes hängen.

Schalenhöhe 1,2—1,4 mm.

Varianten: Unter der Artbezeichnung *Tuscaretta tubulosa* sind zweifellos die beiden Haeckel'schen Arten *Tuscarora tubulosa* und *Tuscarusa medusa* zu vereinigen, welche sich nach Haeckel fast nur durch die verschiedene Zahl der Aboralstacheln — *tubulosa* besitzt 3, *medusa* 4 — unterscheiden. Wenn schon bei den Tuscaroriden überhaupt die Zahl der Stacheln beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist, so ist dies, wie ich auf Grund des „Valdivia"-Materials mit Sicherheit behaupten kann, speciell auch bei *Tuscaretta tubulosa* der Fall, so daß eine Unterscheidung verschiedener Arten nach der Zahl der Stacheln nicht angängig ist. Allerdings ist einer der drei hauptsächlichen Schalentypen, nämlich der charakteristisch birnförmige (Taf. XXX, Fig. 234), vorwiegend mit der Dreizahl der Aboralstacheln kombiniert, indessen kommen vereinzelt auch birnförmige Schalen mit 4 Aboralstacheln vor, und auf der anderen Seite ist die Birnenform durch alle möglichen Uebergänge mit der subsphärischen Kugelform (Fig. 225) und mit der Ei- und Pflaumenform (Fig. 226 und 227) kombiniert, so daß von einer scharfen Abgrenzung speciell der birnenförmigen, mit 3 Aboralstacheln ausgestatteten Varietät, der typischen Haeckel'schen *Tuscarora tubulosa*, nicht die Rede sein kann, und Aehnliches hat auch für die übrigen hierher gehörigen Formen Giltigkeit.

Im ganzen läßt sich sagen, daß sich sämtliche zu *Tuscaretta tubulosa* gehörige Formen um 4 Typen gruppieren lassen:

A. *Tuscaretta tubulosa typica* (Taf. XXX, Fig. 228, 234). Schale birnenförmig, d. h. sie besitzt ihre größte Breite etwa an der Grenze zwischen aboralem und

mittlerem Drittel und ist zwischen der Basis der Aboralstacheln und dem Peristom kegelförmig verjüngt. Zwei leicht divergierende oder parallel verlaufende Oralstacheln, welche den größten Schalendurchmesser (von der Peristomspalte bis zum aboralen Pol gemessen) um nicht ganz ein Viertel übertreffen. Drei, seltener zwei oder vier Aboralstacheln. Die Oralstacheln sind in den zwei proximalen Fünfteln ihrer Länge, die Aboralstacheln in ihrem ganzen gekrümmten Anfangsabschnitt mit zahlreichen, stark hakenförmig gebogenen Dornen besetzt.

Stachelformeln $\left(\frac{2}{2}\right)$, $\left(\frac{3}{2}\right)$, $\left(\frac{4}{2}\right)$.

Schalenhöhe (einschließlich des Peristoms) 1,4 mm.

Diese größte Varietät findet sich vorzugsweise in den wärmsten Teilen des Atlantischen und Indischen Oceans neben *Tuscarora bisternaria* und *Tuscaretta Belknapi*, mit welchen sie auch in Bezug auf die Schalenform eine gewisse Konvergenz zeigt. So wurden insbesondere typische Exemplare gefunden: T.-St. 39 (Guineastrom), 49 (Südäquatorialstrom), 217, 218, 221, 235, 268 (nördlicher Indik).

B. *Tuscaretta tubulosa sphaeridium* [σφαιρίδιον, kleine Kugel] (Taf. XXX, Fig. 225). Schale nahezu kugelig oder kuppelförmig (ihr größter Querschnitt ist in der mittleren Zone gelegen). Der untere Peristomrand ist vielfach stumpfwinklig ausgeschnitten. Zwei meist leicht konvergierende, mit verhältnismäßig wenig Dornen ausgestattete Oralstacheln. Meist vier, seltener drei oder fünf Aboralstacheln.

Stachelformeln $\left(\frac{3}{2}\right)$, $\left(\frac{4}{2}\right)$, $\left(\frac{5}{2}\right)$.

Schalenhöhe 1,35 mm.

Diese Varietät ist in allen wärmeren Meeresgebieten des Atlantik und Indik verbreitet und zeigt hinsichtlich der Schalenform speciell im südlichen Atlantik eine auffallende Konvergenz mit der ebendaselbst verbreiteten *Tuscaretta globosa*.

C. *Tuscaretta tubulosa medusa* (Haeckel) [Taf. XXX, Fig. 226 und 227; Taf. XXXI, Fig. 234—235]. Schale eiförmig oder pflaumenförmig. Zwei häufig mehr oder weniger verkürzte, gewöhnlich konvergierende oder sich kreuzende Oralstacheln. Drei, seltener vier Aboralstacheln.

Stachelformeln $\left(\frac{3}{2}\right)$, $\left(\frac{4}{2}\right)$.

Schalenhöhe nach Haeckel 1,2 mm (*T. medusa*), bei meinen Exemplaren 1,3—1,32 mm.

Diese Varietät findet sich in allen wärmeren Meeresgebieten neben der vorigen, mit der sie durch sämtliche Zwischenstufen verbunden ist, vor, insbesondere fanden sich im nördlichen Indik nebeneinander zahlreiche ausgesprochen pflaumenförmige Exemplare mit langen und kurzen, mit stark und wenig konvergierenden Oralstacheln. Diese führen herüber zu der 4. Varietät:

D. *Tuscaretta tubulosa dendrophora* (Taf. XXX, Fig. 233; Taf. XXXI, Fig. 236). Schale eiförmig. Zwei kurze, zugespitzte und X-förmig sich kreuzende Oralstacheln. Vier Aboralstacheln. An den Basen der Aboral- und Oralstacheln finden sich zwischen den hakenförmigen, soliden Dornen kräftige, bäumchenförmig verzweigte Anhänge, welche von einem entsprechend verästelten Kanal durchzogen sind.

Stachelformel $\left(\frac{4}{2}\right)$.

Schalenhöhe 1,3 mm.

Diese Form wurde in mehreren gleichförmigen Exemplaren in einer Station des nörd-Indik gefunden (St. 215).

Fundorte von *Tuscaretta tubulosa*. In der folgenden Tabelle sind durch die Buchstaben A, B, C, D die 4 oben skizzierten Varietäten und durch den beigefügten lie Zahl der Aboralstacheln (im Zähler) und Oralstacheln (im Nenner) angegeben.

n	Tiefe	Stromgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
—250	2050—3050 Faden	Nördlicher Pacifik		A $\frac{3}{2}$
253	3125 Faden	Nördlicher Pacifik		B $\frac{4}{2}$ — C $\frac{4}{2}$
39	V. 2500	Guineastrom	4	A $\frac{3}{2}$
44	V. 3070		1	Schalenreste
46	V. 3000	Südäquatorialstrom	1	B $\frac{3}{2}$
49	V. 3500		3	A $\frac{3}{2}$
,0	V. 4000		3	C $\frac{3}{2}$
4	V. 2000	Guineastrom	3	je 1 B $\frac{3}{2}$, B $\frac{4}{2}$, B $\frac{5}{2}$
5	V. 1200		8	1 A $\frac{4}{2}$, 5 B $\frac{3}{2}$, 2 C $\frac{4}{2}$
4	V. 2000	Golf von Guinea	2	C $\frac{3}{2}$
5	V. 3000		2	
3	V. 2000	Benguelastrom, kühl	17	großenteils C $\frac{3}{2}$, einzelne C $\frac{4}{2}$, 1 A $\frac{2}{2}$
	V. 3000		18	zum Teil C $\frac{3}{2}$, zum Teil C $\frac{4}{2}$; ein Exemplar mit 4 Centralkapseln
	V. 700	Benguelastrom	1	B $\frac{3}{2}$
	V. 2000		3	B $\frac{4}{2}$ — C $\frac{4}{2}$
	V. 3000		3	1 C $\frac{3}{2}$, 2 C $\frac{4}{2}$
	V. 1000		4	B $\frac{4}{2}$ — C $\frac{4}{2}$, 1 B $\frac{5}{2}$
	V. 2000		7	B $\frac{4}{2}$ — C $\frac{4}{2}$
	V. 2000	Agulhasbank	1	A $\frac{3}{2}$
	V. 2400	Indischer Südäquatorialstrom	8	B $\frac{3}{2}$ — C $\frac{3}{2}$
	V. 2000	Indischer Nordäquatorialstrom	7	C $\frac{3}{2}$; 3 Exemplare durch Reste einer Gitterschale verbunden
	V. 2500		37	großenteils C $\frac{3}{2}$, mehrere D $\frac{4}{2}$
	V. 2000		7	1 A $\frac{3}{2}$, sonst C $\frac{3}{2}$
	V. 2500		12	einzelne A $\frac{3}{2}$, sonst B $\frac{4}{2}$ und C $\frac{3}{2}$
	V. 2000	Indischer Gegenstrom	10	einzelne A $\frac{3}{2}$, sonst C $\frac{3}{2}$

Station	Tiefe	Stromgebiet	Individuenzahl	Bemerkungen
T.-St. 228	V. 2500	Indischer Gegenstrom	5	A $\frac{3}{2}$—B $\frac{3}{2}$, C $\frac{3}{2}$
" " 230	V. 1500	Indischer Gegenstrom	11	B $\frac{3}{2}$ und C $\frac{3}{2}$
" " 232	V. 1500	Indischer Gegenstrom	20	B $\frac{4}{2}$, C $\frac{3}{2}$ und C $\frac{4}{2}$
" " 235	V. 2000	veränderliche Strömung	5	A $\frac{3}{2}$ und B $\frac{4}{2}$
" " 236	V. 2000	veränderliche Strömung	6	B $\frac{4}{2}$
" " 237	V. 2000	veränderliche Strömung	4	A $\frac{3}{2}$, B $\frac{4}{2}$, C $\frac{3}{2}$
" " 239	V. 1500	veränderliche Strömung	5	B $\frac{4}{2}$
" " 268	V. 1500	Indischer Nordäquatorialstrom	1	A $\frac{3}{2}$
S. 30. IX. 03	V. 1500	Guineastrom	3	2 B $\frac{4}{2}$, 1 C $\frac{4}{2}$

Verbreitung. Aus der obigen Tabelle ist ersichtlich, daß *Tuscaretta tubulosa* vorwiegend eine Bewohnerin der wärmeren Meeresgebiete des Atlantik, Indik und Pacifik ist. Namentlich im nördlichen Indik wurde diese Form in verhältnismäßig großer Individuenzahl von der „Valdivia" angetroffen. Das einzige kühlere Meeresgebiet, welches die *Tuscaretta tubulosa* beherbergt, ist der Benguelastrom, dagegen fehlt dieselbe vollständig in der Antarktis. Schon im Benguelastrom begegnet sich unsere Form mit der *Tuscaretta globosa*, welche dann in der Antarktis vollkommen an ihre Stelle tritt.

Während sich so die *Tuscaretta tubulosa* als ausgesprochene Warmwasserform charakterisiert, läßt sich über ihre Vertikalverbreitung leider nichts Sicheres aussagen, da die Schließnetzfänge keine Exemplare enthielten. Bei der Dicke der Schale, welche namentlich die Varietäten B, C und D (vergl. z. B. Taf. XXXI, Fig. 234) zeigen, darf aber mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß die *Tuscaretta tubulosa*, wie wohl die Mehrzahl der übrigen Tuscaroriden, eine ausgesprochene Tiefenbewohnerin ist.

Bezüglich der Verbreitung der einzelnen Varietäten ist nur hervorzuheben, daß die Varietät A anscheinend die eigentlich äquatorialen Gebiete bevorzugt, daß die Varietäten B und C ziemlich gleichmäßig nebeneinander vorkommen und daß endlich die Varietät D nur im nördlichen Teil des Indik angetroffen wurde. Irgendwelche Beziehungen der einzelnen Schalenformen zu den besonderen Verhältnissen des Mediums ließen sich nicht feststellen.

Auch in Bezug auf die Zahl der Stacheln liegen keine Regelmäßigkeiten vor. Immerhin ist nicht zu verkennen, daß im Atlantik beim Uebergang aus den eigentlich tropischen Gebieten in die kühleren Meeresteile an Stelle von 3 allmählich 4 Aboralstacheln zur Regel werden, eine Zunahme der Stachelzahl, welche in ähnlicher Weise auch bei *Tuscaretta globosa* zu erkennen ist.

Bemerkt soll nur noch werden, daß von den insgesamt 213 Exemplaren, welche die „Valdivia"-Ausbeute enthielt, etwa gleich viel 3 und 4 Aboralstacheln aufweisen. Nur ein einziges Exemplar hatte 2 (Taf. XXX, Fig. 228) und zwei andere 5 Aboralstacheln (Fig. 225).

T. calathoides[1]) n. sp.

Taf. XXXI, Fig. 237.

Schale dickwandig, kuppelförmig, im wesentlichen mit der Schale der *T. tubulosa sphaeridium* übereinstimmend. Peristom cylindrisch, mit zwei längeren und zwei kürzeren bedornten Oralstacheln. Erstere sind X-förmig übereinander gelegt, letztere bilden kurze Fortsätze, welche den zwischen der Peristomöffnung und den längeren Oralstacheln gelegenen Raum seitlich abschließen. Drei Aboralstacheln im oralen Drittel der Schale.

Stachelformel $\left(\frac{3}{4}\right)$.

Schalenhöhe (einschließlich des Peristoms) 1,45—1,58 mm.

Diese Form schließt sich eng an *T. tubulosa* an und unterscheidet sich von ihr nur durch ihre bedeutende Größe und durch die Beschaffenheit des Peristoms und der Oralstacheln. Da sie auch örtlich von *T. tubulosa* getrennt ist, so ist sie bis auf weiteres artlich von dieser letzteren Form abzuspalten.

Fundort: T.-St. 175 (südlicher Indik, V., mehrere Exemplare).

T. passercula V. Haecker.

Taf. XXIII, Fig. 182; Taf. XXIV, Fig. 183, 186; Taf. XXVIII, Fig. 218—220; Taf. XXXII, Fig. 248.

Tuscarusa passercula V. Haecker, 1904, S. 145, Fig. 15.

Schale annähernd sphärisch, verhältnismäßig dünnwandig (Fig. 218—220). Peristom von der Gestalt eines Rohres mit seitlich gerichteter, schräg gestellter Oeffnung, welche von einer zugespitzten, schnabelförmigen, außerordentlich dicht bedornten Lippe überragt wird. Wahrscheinlich hat man es mit einem umgebildeten Oralstachel zu thun, worauf einige Varianten von *7. tubulosa*, insbesondere *T. tubulosa dendrophora* (Taf. XXXI, Fig. 236), hinweisen. Keine typischen Oralstacheln. Vier bis fünf, selten 6 cirkoral gestellte Aboralstacheln, welche an der Umbiegungsstelle sehr häufig mit Resten von Gitterwerk behängt sind. Stachelformel $\left(\frac{4-5(-6)}{0}\right)$.

Schalenhöhe (einschließlich des Peristoms) 1,6 mm.

Fundorte:

Station	Tiefe	Meeresteil	Individuenzahl	Bemerkungen
T.-St. 132	V. 2000	Antarktis	3	$\left(\frac{4}{0}\right)$
„ „ 135	S. 680—480	Antarktis	5	$\left(\frac{4}{0}\right)$
	V. 1500	Antarktis	62	$\left(\frac{4}{0}\right)$ und $\left(\frac{5}{0}\right)$, 1 $\left(\frac{6}{0}\right)$
„ „ 136	S. 700—470	Antarktis	1	(?) mit sehr großen Centralkapseln
	V. 2000	Antarktis	5	(?)
„ „ 136	V. 2000	Antarktis	1	$\left(\frac{4}{0}\right)$
„ „ 139	V. 2000	Antarktis	42	$\left(\frac{4}{0}\right)$ und $\left(\frac{5}{0}\right)$, zum Teil mit Gitterwerk
„ „ 142	V. 1000	Antarktis	4	(?) mit spärlichem Gitterwerk

1) κάλαθος, Handkorb. Der Name bezieht sich auf die korbförmige Anordnung der Oralstacheln.

Station	Tiefe	Meeresteil	Individuenzahl	Bemerkungen
T.-St. 145	V. 1500	Antarktis	6	$\left(\frac{4}{o}\right)$ und $\left(\frac{5}{o}\right)$
„ „ 149	V. 1500	Antarktis	4	(?)
„ „ 217	V. 2000	Nördlicher Indik	1	(?)
„ „ 228	V. 2500	Nördlicher Indik	4	$\left(\frac{4}{o}\right)$

Verbreitung. Diese Form fand sich in der Antarktis in großer Zahl, und zwar regelmäßig mit *T. globosa Chuni* vergesellschaftet. Außerdem fanden sich einzelne Exemplare an 2 Stationen des nördlichen Indik. Es ergiebt sich also ein ähnliches Verbreitungsbild, wie bei *T. globosa Chuni*, nur daß die nach Norden ausstrahlenden Ausläufer nicht im Atlantik, sondern bisher nur im Indik gefunden wurden.

Ueber die Vertikalverbreitung geben 2 Schließnetzfänge, welche an den antarktischen Stationen 135 und 136 gemacht wurden, Auskunft. Danach kommt *T. passercula* in den Tiefen zwischen 470 und 700 m vor, sie gehört also der *pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht an.

Auffallend sind die Exemplare mit 2 mächtigen, fast den ganzen Schalenraum erfüllenden Centralkapseln (Taf. XXVIII, Fig. 218 und 219), wie sie in dieser Größe bisher nur bei der gleichfalls antarktischen *T. aëronauta* gefunden wurden.

8. Familie. Porospathidae.

Porospathida, Borgert, 1901 a.

Tripyleen mit sphärischer oder eiförmiger, monaxoner Schale, welche mit papillenartigen Erhebungen oder mit einem trigonalen Balkensystem bedeckt ist, mit allseitig angeordneten, hohlen Radialstacheln und cylindrischem Peristom.

In der Familie der Porospathida hat Borgert die Haeckel'sche Gattung *Porospathis* untergebracht. Diese Gattung war von Haeckel anfangs (1879) den Circoporiden eingereiht, später (1887) mit der neu aufgestellten Gattung *Polypetta* vereinigt und in der Familie der Medusettiden untergebracht worden.

Schon Haeckel selbst hatte aber gegen diese Zusammenstellung Bedenken ausgesprochen und insbesondere die eigentümliche Schalenstruktur und das Fehlen der für die Medusettiden charakteristischen Stachelkammerung hervorgehoben. Borgert schloß sich diesen Bedenken an und sprach sich auch gegen die weitere Vermutung Haeckel's aus, es möchten vielleicht Beziehungen zu den Castanelliden bestehen. Seinerseits giebt er dann dem Gedanken Raum, daß die Porospathiden in die Nähe der Haeckeliniden oder vielleicht auch der Cannosphäriden zu stellen sind.

Diese verschiedene Beurteilung, welche die systematische Stellung der Porospathiden erfahren hat, erklärt sich daraus, daß man es mit einer verhältnismäßig isoliert stehenden Gruppe zu thun hat. Man wird daher entweder für diese Familie eine besondere Unterordnung aufstellen oder sie aus praktischen Gründen, gewissermaßen als Anhang, einer der größeren Tripyleengruppen angliedern müssen. In diesem Fall glaube ich aber, daß es sich nur um die Phäocalpia handeln kann. Zunächst spricht dafür der ausgeprägt monaxone, ungleich-

e Bau, welchen die Porospathiden im Gegensatz zu den meist bilateral-symmetrischen omien und in Uebereinstimmung mit den Phäocalpien aufweisen. Es kommt hinzu die 'fenheit der hohlen Radialstacheln, deren Lumen nicht mit dem Schalenraum in lung steht, sondern welche der Schale in ähnlicher Weise eingepflanzt sind, wie die n der Phäocalpien. Endlich mag daran erinnert werden, daß sich ein ähnliches tries Balkenwerk, wie bei *Porospathis tabulata* und *holostoma*, auch bei einer *Circoporus-rcoporus octahedrus* Haeckel) vorfindet und daß dasselbe auch an die Skelette der Aulo-en und Sagosphäriden erinnert, welche ja ihrerseits wieder sehr enge Beziehungen zu den pien aufweisen.

Indem ich also die Porospathiden den Phäocalpien angliedere, nähere ich mich gleich-en Anschauungen Borgert's, welcher engere Beziehungen der ersteren einerseits zu den lianinen, andererseits zu den den Circoporiden nahestehenden Cannosphäriden annimmt.

Die Porospathiden gehören zu den kleinsten Tripyleen, insofern ihr Schalendurch-0,12 mm nicht übersteigt. Die Schale hat meist eine kugelige Gestalt (Taf. XLVIII, 3), doch sind individuelle Abweichungen von dieser Form nicht selten, namentlich fand t selten Exemplare von *Porospathis holostoma*, welche eine beträchtliche Streckung in der g der Längsachse und also eine eiförmige oder ellipsoidische Schalengestalt aufwiesen .VIII, Fig. 375).

Die Schalen der 3 bisher bekannten Formen bilden hinsichtlich ihrer Struktur eine enhängende Reihe. Bei *P. mammillata* ist die Schale nach Haeckel (Rep., Taf. CXVI, dicht bedeckt von mammillenartigen hohlen Papillen, zwischen welchen zahlreiche kreis-'oren oder vielleicht auch nur Grübchen gelagert sind. Die hohlen Papillen öffnen sich eines kleinen Porus in den Schalenraum (Rep., Taf. CXVI, Fig. 1a).

Eine ähnliche Struktur weist nach meinen Erfahrungen *Porospathis holostoma* auf, nur daß in regelmäßiger Dreiecksstellung angeordneten Papillen je mit 6 benachbarten durch eine e Leiste verbunden sind, so daß in Oberflächenansicht die einzelnen Papillen zusammen en Leisten regelmäßig sechsstrahlige, opak erscheinende Sternfiguren vischen welchen dreieckige, hell erscheinende Einsenkungen liegen (Taf. XLIX, und 393). Die Spitzen der mit einem axialen Kanal versehenen Papillen tragen viel-ze, teilweise hornförmig umgebogene Röhrchen, deren Hohlraum wahrscheinlich eine ng des Achsenkanals bildet (Taf. XLVIII, Fig. 374). Auf nähere Einzelheiten wird Artbeschreibung zurückzukommen sein.

n *P. holostoma* scheint sich *P. tabulata* Haeckel (Rep., Taf. CXVI, Fig. 2) anzuschließen, hale von einem regelmäßig trigonalen Trabekelwerk bedeckt ist, in der gleichen Weise, bei *Circoporus octahedrus* Haeckel (Rep., Taf. CXVII, Fig. 6; siehe oben Textfig. 17c) ist. Hier treten die Papillen (vergl. Rep., Taf. CXVI, Fig. 2b) offenbar im Vergleich der beiden anderen Formen beträchtlich hinter den Leisten zurück, so daß statt des gen Maschenwerkes ein gleichmäßig netzförmiges zu stande kommt.

emeinsam ist ferner allen 3 Arten der Besitz von langen, zugespitzten, hohlen tacheln, welche in der oralen Region ziemlich geradegestreckt und oralwärts ge-id und das Peristom büschelförmig umgeben, in der Aequatorgegend einen ge-nen Verlauf in annähernd radiärer Richtung nehmen und am aboralen Pol großenteils

oder sämtlich durch kürzere Stacheln ersetzt sind (Taf. XLVIII, Fig. 373). Bei *P. holostoma* konnte ich feststellen, daß das Lumen der Radialstacheln nicht mit dem Schalenraum kommuniziert, sondern daß dieselben in ähnlicher Weise wie die Stacheln der übrigen Phäocalpien, insbesondere der Castanelliden, der Schalenwandung eingepflanzt sind.

Die Schalenmündung befindet sich bei allen 3 Formen am Ende eines langen, cylindrischen oder sanduhrförmigen Peristomfortsatzes. Bei *P. tabulata* und *mammillata* ist die Schalenmündung von einem Kranz schlanker, dornenartiger Zähne umgeben, bei *P. holostoma* ist das Peristomende trompetenartig erweitert (Taf. XLVIII, Fig. 371). Bei letzterer Form läßt sich zeigen, daß das centrale Ende des Peristoms nicht einfach in die Schalenwand übergeht, sondern in dieselbe ähnlich, wie ein Ofenrohr in die Zimmerwand, eingelassen ist, jedoch so, daß das Peristom mit einer wulstförmigen Verdickung gleichzeitig der Schalenoberfläche aufsitzt (Fig. 371).

Verhältnismäßig zahlreiche der mir vorliegenden Schalen von *P. holostoma* sind leer. Bei einer ganzen Anzahl fand sich aber im aboralen Schalenteil eine ellipsoidische oder subsphärische Centralkapsel, während der ganze übrige Schalenraum vom Phäodium erfüllt war. Ueber die Struktur der Centralkapsel, insbesondere über die Beschaffenheit der Kapselöffnungen, konnte ich weder am ganzen Objekt, noch auf den allerdings unvollständigen Schnittserien etwas Sicheres entnehmen. Trotzdem scheint mir durch die ganze Form der Centralkapsel und das Vorhandensein des Phäodiums erwiesen zu sein, daß die Gattung *Porospathis* wirklich der Ordnung der Tripyleen angehört.

Horizontal- und Vertikalverbreitung. Während *P. tabulata* und *mammillata* dem centralen, bezw. nördlichen Pacifik (Ch.-St. 271, bezw. 251) entstammen, wurde *P. holostoma* sowohl in der Arktis und Antarktis, als im Atlantik und Indik gefunden, so daß man es hier mit einer sehr weitverbreiteten Form zu thun hat. Wie unten gezeigt werden soll, gehört dieselbe ausschließlich den Schichten des Skoto- und Nyktoplanktons an.

Gattung *Porospathis* HAECKEL.

Mit den Merkmalen der Familie.

Porospathis holostoma (CLEVE).

Taf. XLVIII, Fig. 371—376; Taf. XLIX, Fig. 392—393.

Polypetta holostoma CLEVE, 1899, Taf. III, Fig. 4a und 4b.
Porospathis holostoma BORGERT, 1901a, S. 48, Fig. 56 und 56a; 1903, S. 752.

Schale kugelig (Fig. 373) oder eiförmig (Fig. 375). Schalenwandung aus einer doppelten Kiesellamelle (Fig. 374 *kl*) bestehend, auf welcher sich zapfenförmige Papillen erheben, die ihrerseits aus einem inneren Kern (*k*) und einer äußeren Grenzlamelle (*gl*) bestehen. Die Papillen sind meist ziemlich streng in Dreiecksstellung angeordnet und sind dann je mit den 6 benachbarten durch gratartige Leisten verbunden, in welche die äußere Grenzlamelle übergeht (*a*). In Oberflächenansicht bieten sich daher die einzelnen Papillen zusammen mit den gratartigen Leisten als regelmäßig-sechsstrahlige, opak erscheinende Sternfiguren dar, zwischen welchen dreieckige, hell erscheinende Einsenkungen liegen (Fig. 393). Im wirklichen oder optischen Durchschnitt durch die Schale stellen sich die Leisten, je nach der Ansicht, als Brücken zwischen

-fen (Fig. 374a, Flächenansicht) oder als stachelartige Erhebungen (Fig. 374b, optischer nitt) dar. Nur in der Umgegend der Radialstacheln erfährt die regelmäßig-sechsstrahlige ing gewisse Störungen, die dadurch entstehen, daß von den Stachelbasen nicht 6, sondern ch 8 Leisten ausstrahlen (Fig. 392).

ın der Spitze der Papillen befinden sich häufig, jedoch nicht immer röhrchenartige ıngen, welche nicht selten, namentlich am aboralen Pol, hornförmig gekrümmt ie Gestalt der Röhrchen tritt besonders deutlich hervor, wenn sie mit Luftblasen gefüllt ;. 374 *r*). An dem Vorhandensein von Luftblasen ist auch zu erkennen, daß der Kern llen in seiner Achse ebenfalls einen Hohlraum enthält. Nicht selten (Fig. 374*d*) ist mit t festzustellen, daß dieser Centralkanal auch die äußere der beiden Kiesellamellen durch- Ob auch die innere durchbohrt ist, habe ich nicht mit Bestimmtheit ermitteln können. treten außerdem luftgefüllte Spalträume zwischen der äußeren Grenzlamelle und den rnen auf (Fig. 374 *c*). Möglicherweise handelt es sich dabei um Kunstprodukte.

ndlich ist zu erwähnen, daß die Spitzen der Zapfen untereinander durch eine färbbare ılymmale Außenmembran (Fig. 374 *am*) verbunden sind, welche durch die horn- Röhrchen durchbrochen ist.

ie hier geschilderte Schalenstruktur stimmt im ganzen mit der Darstellung überein, IAECKEL von der Schale seiner beiden Arten gegeben hat (Rep., Taf. CXVI, Fig. 1a Auch die CLEVE'sche, auf *P. holostoma* bezügliche Abbildung ist im wesentlichen richtig.

ie Schalenmündung befindet sich am Ende eines langen, cylindrischen Peristom- Das äußere Ende desselben ist etwas erweitert und zurückgeschlagen, so daß das Rohr, ı BORGERT hervorgehoben hat, die Form einer Trompete hat (Fig. 371). Das innere Rohres ist in die Oeffnung der eigentlichen Schale hineingeschoben, wie ein Ofenrohr immerwand. Dasselbe weist außerdem eine ringförmige Verdickung auf, welche dem ı Rande der eigentlichen Schalenöffnung aufsitzt.

e Radialstacheln sind lange, zugespitzte Röhren, welche der Schalenwandung in Weise eingepflanzt sind, wie die Radialstacheln der übrigen Phaeocalpia. Ihr Lumen :iert nicht mit der Schalenhöhlung. In den seltenen Fällen, wenn die dünnen Spitzen ıstacheln nicht abgebrochen sind, weisen dieselben im Kanadabalsam-Präparat die von 'ormen her bekannte Luftfüllung auf.

e in der Umgegend des Peristoms inserierten Radialstacheln sind meist ziemlich gerade ı im allgemeinen einen zum Peristomrohr parallelen Verlauf, so daß sie um dasselbe e büschelförmige Gruppe bilden (Fig. 373). Die in der Aequatorgegend der Schale Stacheln haben eine Länge, welche das Drei- oder Vierfache des Schalendurchmessers nd einen mehr oder weniger geschwungenen, im ganzen radiär gerichteten Verlauf. Am 'ol sind nur wenige oder gar keine Hauptstacheln vorhanden, vielmehr ist derselbe ren kurzen, vielfach leicht gebogenen Apikalstacheln besetzt.

einem Falle war einer der oralen Radialstacheln schleifenartig zurückgekrümmt, so e Gestalt einer Peitsche hatte (Fig. 372). Bei einem anderen Exemplar befand sich en Pol ein kurzes, derbwandiges Rohr, welches unmittelbar über der Basis scharf abgeknickt war, ähnlich den Oeffnungskegeln der Parapylen, und dessen Hohlraum mit dem Schalenraum in Verbindung stand (Fig. 376).

Schalendurchmesser 0,07—0,15 mm.

Unterarten: Die zahlreichen, mir vorliegenden Exemplare von *Porospathis holostoma* lassen sich um zwei Typen gruppieren. Den einen Typus (A) bilden große, 1,1—1,3 mm im Durchmesser betragende, annähernd sphärische Formen mit sehr feiner Schalenskulptur und zahlreichen (25—30) Hauptstacheln: *P. holostoma polystyla* (Fig. 373), den anderen (B) kleine, nur 0,07—0,1 mm messende, vielfach ausgesprochen ovale Formen mit derber Schalenstruktur und wenigen (13—15), ausschließlich auf die orale Hälfte konzentrierten Hauptstacheln: *P. holostoma oligostyla* (Fig. 375). Neben letzterer Form kamen im südlichen Indik einige besonders große (1,5 mm erreichende) Exemplare mit sehr derber, großnetziger Schalenstruktur vor (Typus C).

Die Figg. 373 und 375 geben den Gegensatz wieder, welchen die beiden ersten Formen im ganzen Habitus zeigen, die bei gleicher Vergrößerung gezeichneten Figg. 393 und 392 den Unterschied in der Schalenstruktur.

Fundorte (durch die Bezeichnung A, B und C sollen diejenigen Funde gekennzeichnet werden, welche die verschiedenen Typen in besonders deutlicher Weise hervortreten lassen. Das Zeichen ● bedeutet: Exemplare mit Centralkapsel und Phäodium, das Zeichen ○: leere Schalen; die Wiederholung der Zeichen bedeutet: mehrere Exemplare):

Grönlandsee, westlich Spitzbergen (CLEVE); Sargassosee (1700—1500, 700—500 m), Guineastrom (1500—1300, 1000—800, 650—450 m), Südäquatorialstrom (700—500 m) [BORGERT];

T.-St. 16 (Golfstrom, Schl.-N. 1850—1550, ●●, A), 27 (Canarischer Strom, Schl.-N. 2250—1950, ●●, A), 43 (Guineastrom, V., ○, A), 44 (Guineastrom, V., ○, A), 48 (Südäquatorialstrom, V., ●, Typ.?), 66 (Golf von Guinea, Schl.-N. 700—600, 500—350, ●○, B), 90 (Benguelastrom, V., ○, B), 136 (Antarktis, Schl.-N. 2500—1900, ●, B), 170 (südlicher Indik, Schl.-N. 1700—1000, ●●, Typ.?), 172 (südlicher Indik, Schl.-N. 1850—1600, ○○, C), 173 (südlicher Indik, Schl.-N. 3300—2700, ●, C), 174 (südlicher Indik, V., ○, B), 190 (indischer Gegenstrom, V., ○), 217 (nördlicher Indik, V., ○, B), 220 (nördlicher Indik, Schl.-N. 2800—2200, ●, B), 227 (nördlicher Indik, Schl.-N. 600—400, ●, Typ.?), 236 (nördlicher Indik, V., ●, B).

Verbreitung. Die Fundortliste zeigt, daß *P. holostoma* sowohl in der Arktis und Antarktis, als auch im Atlantik und Indik ziemlich gleichmäßig verbreitet ist. Eine geographische Lokalisation der einzelnen Typen ist nicht festzustellen, es sei denn, daß vielleicht im Indik die derberen Formen (Typus B und C) vorherrschen. Aus dem Vorkommen in zahlreichen tiefgehenden Schließnetzfängen und aus dem Fehlen der Art in oberflächlichen Planktonfängen geht mit Deutlichkeit hervor, daß unsere Form ausschließlich die Schichten des Skotoplanktons (400—1500 m) und Nyktoplanktons (1500—5000 m), und zwar in ziemlich gleichmäßiger Verteilung, bewohnt, daß sie also zu den ausgesprochenen Tiefenformen gehört. Dies mag bei ihrer geringen Schalengröße auf den ersten Anblick auffällig erscheinen, jedoch ist ihr wirkliches Volumen offenbar viel größer, da wohl kein Zweifel darüber bestehen kann, daß die dichtgedrängten Radialstacheln vom Weichkörper vollkommen umschlossen sind.

IV. Unterordnung. Phaeogromia.

Die ursprüngliche, von HAECKEL aufgestellte Abteilung der Phaeogromia umfaßte alle Tripyleen, welche eine einfache Schale mit besonderer Schalenmündung besitzen. Wie wir aber

sahen, bilden innerhalb dieser Abteilung die Familien der Castanelliden, Circoporiden und Tuscaroriden einerseits, die Challengeriden uud Medusettiden andererseits engere, gut abgegrenzte Verbände, und es dürfte daher den natürlichen Beziehungen zwischen den verschiedenen Familien mehr entsprechen, wenn die Abteilung der Phaeogromia in 2 Unterordnungen, die Phaeocalpia und die Phaeogromia sens. strict., gespalten wird.

Die Unterordnung der Phaeogromia, in welcher also die Familien der Challengeriden und Medusettiden verbleiben, würde charakterisiert sein durch den Besitz einer in der Regel bilateral-symmetrischen Schale, einer besonderen Pylomöffnung und bestimmt lokalisierter Radialstacheln.

Engere Beziehungen zu anderen Tripyleen-Gruppen sind nicht nachzuweisen, abgesehen vielleicht davon, daß gewisse Strukturverhältnisse der Schale der Challengeriden in ähnlicher Form bei den Concharíden wiederkehren. Erwähnt mag auch werden, daß speciell die Schalen von *Challengeria Naresi*, wenigstens im weichhäutigen Zustand, eine Art Porzellanstruktur, ähnlich derjenigen der Phäocalpien, aufweisen.

9. Familie. Challengeridae.

Challengerida John Murray, 1879; Haeckel, 1887.

Ueberwiegend bilateral-symmetrisch gebaute Tripyleen mit gewöhnlich ei- oder linsenförmiger Schale und meist mit feiner „Diatomeenstruktur". Schalenöffnung meist mit einseitigem kragen- oder halbröhrenförmigem, in einen oder mehrere Zähne auslaufendem „Peristom". Radialstacheln, wenn vorhanden, nur in der Medianebene, seltener um den aboralen Pol gruppiert.

Die Challengeriden gehören im allgemeinen zu den kleinsten Tripyleen, wie denn z. B. auch die winzigste aller Tripyleenformen, *Cadium marinum* (Taf. LI, Fig. 416), welche einen längsten Schalendurchmesser von nur 0,06 mm besitzt, hierher gehört.

Nichtsdestoweniger weisen aber die verschiedenen Arten ganz bedeutende Größenunterschiede auf, wie sich solche sonst nur in wenigen Tripyleen-Familien vorfinden. Insbesondere ist bei einem Blick auf die Tafeln XLIX—LI, auf welchen sämtliche Ganzfiguren bei gleicher Vergrößerung angelegt sind, leicht zu erkennen, wie gerade Formen von ähnlicher Schalengestalt hinsichtlich ihrer Größe ganz gewaltige Unterschiede aufweisen können. So werden z. B. die kleinsten Exemplare von *Challengeria xiphodon*[1]) mit einem Schalendurchmesser von 0,09 mm (Taf. XLIX, Fig. 379) um das Siebenfache von den Riesenformen der ähnlich gestalteten *Ch. Naresi* (Fig. 377) übertroffen.

Es zeigt sich nun, wie zu erwarten ist, daß die Größenunterschiede im allgemeinen bedingt sind durch die verschiedene Vertikalverbreitung, bezw. durch die Verschiedenheiten des specifischen Gewichtes und der specifischen Zähigkeit des umgebenden Mediums. Wenn man nämlich, wie dies in umstehender Tabelle geschehen ist, alle diejenigen Arten, welche nach dem vorliegenden Material in ausgesprochener Weise bestimmte Schichten bevorzugen und so als „Leitformen" derselben betrachtet werden können, zusammenstellt, so ergiebt sich auf den ersten

1) Der Bequemlichkeit halber soll in diesem einleitenden Abschnitte für alle Species der Haeckel'schen Gattungen *Challengeria* und *Challengeron* die alte Murray'sche Gattungsbezeichnung *Challengeria* provisorisch angewandt werden.

Blick ein regelmäßiges Verhältnis, in der Art, daß die „Leitformen“ der einzelnen Stufen jeweils verschiedenen Größenklassen zugehören:

		Länge des Schalendurchmessers	Durchschnittliche Länge
II. Stufe 50—400 m	*Ch. xiphodon*	0,09—0,13	0,11
	Ch. Swirei	0,06—0,15	0,105
	Ch. Harstoni	0,13—0,18	0,155
III. Stufe 400—1500 m	*Ch. Bethelli*	0,18—0,25	0,215
	Ch. Sloggetti	0,2 —0,3	0,25
	Ch. Tizardi	0,22—0,33	0,275
IV. Stufe 1500—5000 m	*Pharyngella gastrula*	0,3 —0,36	0,33
	Ch. Thomsoni [1])	0,3 —0,4	0,35
	Ch. Naresi	0,5 —0,65	0,575

Es geht aus dieser Tabelle ohne weiteres hervor, daß mit zunehmender Tiefe im großen ganzen auch der Schalendurchmesser wächst, ein Verhältnis, welches ja auch für die meisten anderen Tripyleen nachweisbar ist. Dieser Zusammenhang zwischen Tiefe und Schalengröße ist offenbar darin begründet, daß im wärmeren und folglich dünneren und weniger zähen Oberflächenwasser das Volumen im Interesse des Schwebevermögens eingeschränkt werden muß, während im kühleren Tiefenwasser der Volumvergrößerung keine derartige Grenze gesetzt ist. Es wird im Gegenteil, in Anbetracht der spärlichen Nahrung und des größeren Schutzbedürfnisses, welches die Tiefenformen infolge ihrer geringeren Individuenzahl besitzen, in den tieferen Regionen eine Volumzunahme von Vorteil sein.

Aehnliche Unterschiede, wie die Größe, zeigt auch die Gestalt der Schale. In der Regel ist dieselbe sphärisch, eiförmig oder linsenförmig. Die sphärische Gestalt findet sich z. B. bei vielen Exemplaren von *Ch. Swirei* (Taf. XLIX, Fig. 384 und 386), sowie bei *Ch. Murrayi* (Taf. L, Fig. 409 und 411) und *thyroma* (Taf. L, Fig. 407) in besonders ausgeprägter Weise vor, die eiförmige bei *Ch. armata* (Taf. LI, Fig. 418 und 419), die linsenförmige bei *Ch. Channeri* (Taf. LI, Fig. 413 und 414).

Bei einer Gruppe (*Harstoni*-Gruppe der Gattung *Protocystis*) geht die Linsengestalt der Schale in eine leicht spiralig aufgerollte Form über, indem die Schalenkante auf der einen Seite die Mundöffnung dachfensterartig überragt (Taf. L, Fig. 397 und 398). So entstehen zunächst Schalenformen, welche an diejenigen gewisser Ammoniten (*Amaltheus margaritatus*) erinnern. Indem dann der Hauptteil der Schale unter Bildung von stumpfen Winkeln statt des cirkulären einen polygonalen Umriß annimmt, entstehen ausgesprochen drei- und viereckige Schalenformen (*Ch. Sloggetti*, Taf. L, Fig. 401 und 402; *Ch. micropelecus*, Fig. 403). Ganz ähnliche Umbildungen sind auch in der *Macleari*-Gruppe der Gattung *Protocystis* zu verfolgen, wo nebeneinander linsenförmige (Taf. L, Fig. 405 und 412), spiralige (Fig. 410) und dreieckige (Fig. 406) Schalenformen auftreten.

Hinsichtlich der Frage, inwieweit die Schalengestalt durch die Beschaffenheit des äußeren Mediums bedingt ist, ist die Thatsache beachtenswert, daß, wenn man ähnliche, im System einander näher stehende Formen miteinander vergleicht, die Oberflächenformen die Kugelgestalt

1) *Ch. Thomsoni* ist keine eigentliche Leitform der IV. Stufe, da sie in sämtlichen Schichten ziemlich gleichmäßig verteilt zu sein scheint. Immerhin kommen die derbwandigen Exemplare hauptsächlich in der IV. Stufe vor.

ugen, während die entsprechenden Tiefenformen in der Regel eine linsenförmige Schale n. So zeigen z. B. namentlich die kleineren Exemplare von *Ch. xiphodon* (Taf. XLIX, 80) eine ausgesprochene Kugelgestalt, unter Umständen sogar die Form einer oben und abgeplatteten Kugel, während die entsprechende, tiefenbewohnende Riesenform, *Ch. Naresi*, arke seitliche Abplattung und eine kielförmige Verjüngung des Schalenrandes (Textfig. 27) t. Aehnliches finden wir bei 2 anderen Arten, welche ihrer äußeren Erscheinung nach ls ein zusammengehöriges Paar bilden, nämlich bei *dens* (Fig. 382), welche höchst wahrscheinlich, ebenso *h. xiphodon*, vorzugsweise die II. Stufe bewohnt, i *Ch. Thomsoni* (Fig. 389), welche nicht bloß in eren Stufen, sondern namentlich auch in sehr beien Tiefen vorkommt.

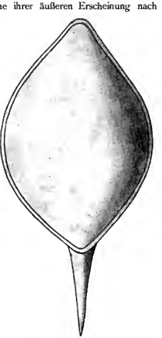


Fig. 27. *Challengeria Naresi* in Kantenansicht.

Offenbar findet nun dieser Gegensatz, welchen die chen- und Tiefenformen hinsichtlich der Schalenaufweisen, darin seine Erklärung, daß die Kugelan und für sich ein erhöhtes Schwebvermögen , während die Linsenform ausgedehntere Sink- und wegungen ermöglicht. Es würde also danach speciell sphärischen und eiförmigen Schalenformen mit migem Querschnitt die Erhöhung des Schwebeens, bei den linsenförmigen und überhaupt bei den tteten Formen die Erleichterung der Vertikalg auf Grund der Verringerung des Wasserwiderals das maßgebende Bauprinzip zu betrachten sein. in gelten, wie hier nochmals besonders zu betonen rtige Vergleiche nur, wenn man näher zusammen Formen ins Auge faßt, die Beziehungen werden natürlicherweise undeutlicher, wenn man entfernter Arten auf diesen Punkt hin untersucht. Es zeigt n, daß auch einzelne Bewohner der II. Stufe lich abgeplattete, linsenförmige Gestalt besitzen, *Channeri* (Taf. LI, Fig. 413), und daß umgekehrt die in sehr großen Tiefen angetroffen werden, eine geradezu vollendete Kugelform können, z. B. *Ch. Murrayi* und deren nächste Verwandte (Taf. L, Fig. 407, 408, 411). er Verringerung des Wasserwiderstandes bei vertikalen Ortsveränderungen dienen vernoch verschiedene andere Einrichtungen. Bei *Ch. Naresi* (Textfig. 27) z. B. ist, ähnlich nanchen Concharíden, der Schalenrand kielförmig verjüngt, bei einer Reihe von anderen *Ch. armata* Taf. LI, Fig. 419; *Channeri*, Taf. LI, Fig. 413, 414; *Bethelli* Taf. LI, Fig. 428) en der Rand der im ganzen linsenförmigen Schale mit einem Kranze radiär gerichteter besetzt, welche zusammen mit der von ihnen getragenen Sarkodefalte gleichfalls die es Kieles spielen dürften, welcher bei den vertikalen Ortsveränderungen zur Ueberdes Wasserwiderstandes dient. Speciell bei *Ch. armata* (Fig. 419), bei welcher Form

die Stacheln am aboralen Pol am größten sind und von hier aus beiderseits rasch an Länge abnehmen, wird der Gedanke an einen wasserbrechenden Schiffsbug nahegelegt. Die Annahme, daß die Randstacheln zur Vergrößerung der Reibung dienen und, wie die Stacheln vieler anderer Tripyleen, die Bedeutung von Schwebeapparaten haben, ist deshalb auszuschließen, weil darüber wohl kein Zweifel bestehen kann, daß die Schale mit ihrer Hauptachse senkrecht im Wasser steht und demnach wenigstens die aboral gelegenen Stacheln in die Richtung der Schwerkraft selber fallen.

Bei *Ch. Channeri* (Taf. LI, Fig. 413 und 414) kommt eine mechanisch ohne weiteres verständliche Einrichtung hinzu, indem die peripheren Schalenteile einen scharf begrenzten, besonders grobwabigen Gürtel bilden, welcher den Randstacheln als Unterlage dient, eine Verfestigungseinrichtung, welche äußerlich an den Schwimmgürtel der Statoblasten erinnert.

Es soll gleich an dieser Stelle auch der Verschiedenheiten gedacht werden, welche die Challengeriden bezüglich der Dicke der Schalenwandung aufweisen, und zwar deshalb, weil sich auch hier gewisse Beziehungen zwischen Organisation und Medium erkennen lassen.

Die dicksten Schalen finden sich bei den in großen Tiefen erbeuteten Riesenformen *Ch. Naresi* und *Thomsoni* (Taf. XLIX, Fig. 377 und 389), sowie bei den antarktischen Arten *Ch. microplecus* und *Swirei* (Taf. L, Fig. 403, und Taf. XLIX, Fig. 384). Die dünnsten Schalen weisen einige pamplanktonische Arten auf *(Ch. sacculus, tridens, Balfouri, Channeri)*.

Bei einer ganzen Reihe von Formen zeigt die Schalendicke am gleichen Ort beträchtliche individuelle Verschiedenheiten, und zwar häufig in Korrelation mit anderen Merkmalen. So fanden sich z. B. von der mächtigen *Ch. Naresi* und ebenso von *Ch. Thomsoni* in den gleichen Schließnetzfängen nebeneinander kreisförmige, dünnwandige und eiförmige, dickwandige Exemplare (vergl. z. B. Taf. XLIX, Fig. 388 und 389). Aehnliche Verhältnisse gelten auch für *Ch. Swirei, Tizardi* und andere Formen. Für eine Art, *Ch. armata*, konnte für mehrere Stationen gezeigt werden, daß die dünnwandige, mit zahlreichen Randstacheln ausgestattete Unterart (Taf. LI, Fig. 419) mehr die oberen, die dickwandige, mit wenigen Stacheln bewehrte Form (Fig. 420) die tieferen Wasserschichten bewohnt, so daß man hier von vertikalen Unterrassen reden kann (vergl. 1904, S. 136). Bei den übrigen genannten Arten war dagegen von einer derartigen Verteilung der beiden extremen Schalenformen auf die verschiedenen Horizonte nichts zu erkennen, vielmehr kommen, wie gesagt, sowohl in Fängen aus den oberen, als in solchen aus den unteren Tiefenstufen nebeneinander die beiden Typen, bezw. ihre Zwischenformen vor. Vielleicht läßt sich durch spätere Untersuchungen erweisen, daß es sich hier nicht um örtliche, sondern um zeitliche Verschiedenheiten, um den Gegensatz von Sommer- und Winterformen, handelt.

Charakteristisch für die Mehrzahl der Challengeriden ist die feine „Diatomeenstruktur“ der Schale: bei Oberflächenansicht erscheint die Schalenwandung durchsetzt von dicht gedrängten, gewöhnlich quinkuncial angeordneten, kreisförmigen Poren, welche durch ein regelmäßig hexagonal angeordnetes Balkenwerk voneinander getrennt sind (vergl. namentlich *Ch. Swirei*, (Taf. XLIX, Fig. 384 und 391). Im optischen Durchschnitt ist zu erkennen, daß die Poren nicht cylindrische Kanäle darstellen, welche in gleicher Weise die Schale durchsetzen, sondern daß es sich um verschieden geformte Kämmerchen handelt, welche, wie wenigstens bei einigen Formen mit Sicherheit zu erkennen ist, durch je eine winzige Oeffnung mit dem äußeren Medium und mit dem Innenraum der Schale in Kommunikation stehen. Ganz besonders deutlich tritt

Verhältnis auf Schnitten durch weichhäutige Schalen von *Ch. Naresi* (Textfig. 28a und b) vor allem auch die Thatsache, daß die Kämmerchen sehr verschiedenartige, individuell :nde Formen besitzen, derart, daß sie im Längsschnitt bald spindelförmig, bald flaschen- erscheinen. Auf derartigen Schnitten ist ferner deutlich zu erkennen, daß die Schalen- n weichhäutigen Zustand aus zwei stärker färbbaren Grenzlamellen und einer das Balken- er Schale bildenden Füllsubstanz besteht, welche, namentlich in der Nähe der Lamellen, , mit Luft gefüllte Porenräume besitzt, welche an die Maschen- der „porzellanartigen" Tuscarorenschale erinnern.

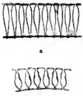


Fig. 28 a und b. Durchschnitt durch junge Schalen von *Challengeria Naresi*.

Im ganzen kann man, mechanisch betrachtet, die Challengeriden- als ein Fachwerk ansehen, bei welchem die Gurtungen durch eine äußere und innere Lamelle, die Füllungsglieder durch die zwischen renkämmerchen befindlichen Scheidewände gebildet werden.

Die äußere Lamelle ist an ihrer Außenseite in vielen Fällen glatt, in erheben sich über den Scheidewänden, behufs weiterer Verstärkung, ıförmige Vorsprünge, welche über der Schale ein hexa- Balkenwerk bilden und namentlich über den Knotenpunkten ıder entwickelt zu sein scheinen (Taf. XLIX, Fig. 384—387,)1).

Bei Oberflächenansicht sieht man, wenn man auf die größte Breite der Porenkämmerchen nicht selten die hexagonal angeordneten Scheidewände durch feine Linien scheinbar in nellen zerlegt, so daß jedes Porenkämmerchen als Hohlraum eines besonderen sechsseitig- ıchen Kästchens erscheint. Ich möchte es für das Wahrscheinlichste halten, daß es sich en Zwischenlinien um eine specielle, durch die oberflächlichen Leisten bewirkte Inter- cheinung handelt.

)ie hier beschriebene Struktur, welche schon von Murray (vergl. Narr. Chall.-Exp., und Hensen (1887, S. 107) richtig erkannt worden ist, darf als charakteristisch für die :riden bezeichnet werden. Anklänge an dieselbe finden sich allerdings auch bei anderen Insbesondere treten Poren mit verengten Oeffnungskanälen und erweitertem Innenraum Gattung *Conchopsis* (Taf. LXI, Fig. 475) auf, und das hexagonale Balkennetz an der berfläche finden wir in gröberer Ausgestaltung unter anderen bei einigen Castanelliden- Taf. XXXIV, Fig. 258) wieder.

ie Schalenöffnung, welche je nach der Gestalt der Schale bald kreisförmig, bald ellipso- , führt bei einigen Formen in eine nach innen gerichtete hohlcylindrische oder hohl- ige Röhre, welche als **Pharynx** bezeichnet wird (Taf. LI, Fig. 427). In den meisten sie aber überragt von einem **„Peristom"**, welches bald die Form eines schräg abgestutzten bald die einer Halbröhre besitzt und sich in ein oder mehrere Zähne fortsetzt. Bei ıen der *Swirei*-Gruppe und bei *Ch. tridens* ist der basale Teil, der **Peristomkragen,** distalen, die Zähne tragenden **„Peristomfortsatz"** durch eine Nahtlinie getrennt X, Fig. 384 u. a.). Häufig finden sich im Material leere Schalen, bei welchen der ›rtsatz abgetrennt und nur der schräg abgeschnittene Kragen vorhanden ist.

ıch das Peristom besteht aus zwei Lamellen, zwischen welchen eine Lage cylindrischer, ›ten getrennter Porenkammern sich befindet, welche indessen, soviel ich sehen konnte,

hier keine Oeffnungen besitzen (Taf. XLIX, Fig. 377 u. a.). Im optischen Längsschnitt erinnert dann die Struktur lebhaft an zelliges Gewebe, insbesondere an die sogenannten Palissadenzellen des Laubblattes. Ich will daher für diese Lage von cylindrischen Porenkämmerchen die Bezeichnung **„Palissadenkörper“** in Anwendung bringen. Häufig erscheint der Palissadenkörper im optischen Längsschnitt scharf gegen die Porenschicht der eigentlichen Schalenwandung abgesetzt, so z. B. bei *Ch. Naresi* (Fig. 377). In distaler Richtung verstreicht entweder die charakteristische Wabenstruktur allmählich, indem die Kämmerchen sich immer mehr verkleinern und schließlich die Form von winzigen Poren annehmen (z. B. *Ch. Naresi*), oder es kann eine scharfe Abgrenzung gegen die nahezu homogene Substanz der Zähne vorhanden sein (z. B. bei *Ch. varians*, Taf. L, Fig. 394).

Die Peristomzähne erscheinen in der Regel als mehr oder weniger zugespitzte Lappen, an welchen außer einer feinen Körnelung nichts von einer Struktur zu erkennen ist. Ihre Zahl ist bei einigen Formen, z. B. bei *Ch. Thomsoni*, individuell variabel.

Infolge der Lage und Beschaffenheit des Peristoms und Peristomaufsatzes besitzt die Challengeridenschale in den meisten Fällen eine bilateral-symmetrische Form, und wir können daher, aus rein praktischen Gründen und ohne damit den Ausdrücken eine tiefere Bedeutung geben zu wollen, mit HAECKEL eine **dorsale** und eine **ventrale** Schalenseite unterscheiden. Die dorsale Seite ist durch die Lage des Peristomfortsatzes gekennzeichnet, die ventrale durch den freien Mundrand.

Was im übrigen die Orientierung der Challengeridenschale anbelangt, so sei gleich hier erwähnt, daß ich, im Gegensatz zu HAECKEL, die Mundseite für die untere ansehe. Ich kann allerdings keine direkten Beobachtungen zu Gunsten dieser Annahme anführen, aber einerseits folge ich bei dieser Meinung einem gewissen statischen Empfinden, andererseits scheint mir dafür die Homologie mit den Schalen anderer Tripyleen, insbesondere der Tuscaroriden, zu sprechen, bei welchen sich gewichtigere Gründe zu Gunsten einer derartigen Orientierung anführen lassen.

Was die Funktion der Peristombildungen anbelangt, so sind, soviel ich sehe, in dieser Richtung noch keine Ansichten ausgesprochen worden. Man könnte sich zweierlei denken. Da wie wir sehen werden, für die Challengeriden die Fähigkeit einer vertikalen Ortsbewegung anzunehmen ist, und da, nach den Beobachtungen bei anderen Radiolarien, solche Ortsveränderungen mit Volumschwankungen des Weichkörpers verbunden sein müssen, so könnte man die Peristombildungen als Stützapparate für die bei der Volumvergrößerung überquellende Sarkode betrachten. Ebenso nahe liegt es wohl, dem Peristom eine Rolle bei der Fortpflanzung durch Zweiteilung zuzuschreiben. Es würde danach dem Tochterteil der Sarkode als vorläufige Basis dienen, eine Annahme, von welcher aus die spangenförmige Anordnung der Zähne von *Ch. armata* (Taf. LI, Fig. 419) und anderen Formen eine einfache Deutung finden würde.

Die Randstacheln der Schale, die bei einer Reihe sehr verschiedenartiger Formen auftreten, haben bereits oben Erwähnung gefunden. Es sei nur hinzugefügt, daß in einigen Fällen (*Ch. Swirei*, Taf. XLIX, Fig. 384) die Randstacheln eine massive, in anderen (*Ch. Channeri* Taf. LI, Fig. 414) eine hohle Beschaffenheit haben, und daß ihre Zahl sehr großen Schwankungen unterworfen ist. Bei den offenbar sehr nahe verwandten, in Bezug auf die Schalenstruktur und das zweiteilige Peristom vollkommen miteinander übereinstimmenden Formen der *Swirei*-Gruppe

ald keine, bald ein, bald 2 Randstacheln vorhanden (Taf. XLIX, Fig. 385, 386, 387). Nicht sind auch Individuen, bei welchen noch das Rudiment eines dritten Zahnes hinzukommt. ron *Ch. Tizardi* finden sich Varianten mit 0, 1 und 2 Randstacheln in denselben Fängen vor , Fig. 406, 412), und bei *Ch. Bethelli* trifft man alle Uebergänge an zwischen Formen Randstacheln und solchen, bei welchen nahezu der ganze Schalenrand mit solchen besetzt . LI, Fig. 423, 424, 428). Es ist daher nicht zu empfehlen, die Zahl der Randstacheln, HAECKEL gethan hat, als systematischen Ausgangspunkt zu nehmen, weil auf diese Weise ch nahestehende Formen in unnatürlicher Weise voneinander getrennt werden und viele tigen Merkmalen weit divergierende Arten nebeneinander Platz finden müssen.

In Bezug auf die Funktion der Randstacheln will ich nochmals erwähnen, daß ens bei den Formen mit zahlreichen Randstacheln (*Ch. armata, Bethelli, Channeri*) n die Bedeutung eines „Kieles" haben dürften.

Was den Weichkörper anbelangt, so ist am konservierten Material nur sehr wenig tteln. Im allgemeinen gilt auch für die Challengeriden, wie für manche andere Tripyleen, idere die Conchariden, der Satz, daß bei den aus den oberflächlichen Schichten erbeuteten vom Weichkörper, vermutlich infolge seiner zarteren Konsistenz, viel weniger zu erist als bei den eigentlichen Tiefenformen. Meist finden sich bei ersteren im Umkreis tralkapsel nur geringe Reste des Phäodiums zusammengeballt, während bei den Tiefeninsbesondere bei *Ch. Naresi* und *Thomsoni*, der ganze Binnenraum der Schale, abgesehen aboral gelegenen Centralkapsel, dicht von den Ballen des Phäodiums erfüllt ist. Wie zen, die an Bord der „Valdivia" nach dem lebenden Material angefertigt worden sind, einstimmung mit der Darstellung früherer Autoren erkennen lassen, besitzt das Phäodium enden, frisch dem Wasser entnommenen Tiere eine schmutziggelbe oder gelbgrünliche (Taf. LI, Fig. 419). Für eine Form, *Ch. Macleari*, giebt eine von WOLTERECK an: Skizze einen graugelben Grundton und schwärzliche, kugelige Inhaltskörper von ver:r Größe an.

uf Schnittserien läßt sich feststellen, daß die Bestandteile des Phäodiums die nämlichen bei anderen Tripyleen, insbesondere bei den Aulacanthiden und Tuscaroriden. Von 1 sind fast ausschließlich Diatomeenschalen im Phäodium zu finden, namentlich spielen in den antarktischen Gebieten gefischten Tiefenform, *Ch. Naresi*, wohlerhaltene *Cos*-Gehäuse eine große Rolle.

Bezug auf die Centralkapsel giebt HAECKEL an, daß sie sphärisch oder leicht ngedrückt, sphäroidal oder zuweilen linsenförmig sei. Der große Kern habe die nämliche ungefähr halb so breit als die Kapsel und enthalte zahlreiche Nucleoli. Zuweilen ent-Centralkapsel 2 Kerne von gleicher Größe, und bei einigen wenigen Exemplaren habe e 2 Centralkapseln, jede mit einem Kern, enthalten, was auf eine Vermehrung der iden durch Selbstteilung hinweise. Ferner erwähnt HAECKEL, daß die Astropyle nnliche strahlige Operculum der Tripyleen und die lange röhrenförmige Proboscis auf-arapylen konnten niemals gefunden werden, es scheine daher, daß die Challengeriden yleen, sondern Monopyleen seien.

1 bin in der Lage gewesen, eine größere Anzahl von gut erhaltenen, mit Sublimat ten Exemplaren der größten Challengeride, *Ch. Naresi*, zu schneiden, und habe auf

diese Weise einen guten Einblick in die feinere Struktur von Centralkapsel und Kern erhalten. Bemerkt sei nur, daß zum Teil frei präparierte Centralkapseln, großenteils aber die ganzen Tiere geschnitten wurden, wobei in mehreren Fällen die noch weiche, wenig Kieselsäure enthaltende Schale dem Messer fast gar keinen Widerstand bot und die Herstellung nahezu lückenloser Serien gestattete. Aeltere, harte Schalen zersplitterten freilich und führten den Ausfall von manchen Schnitten herbei.

Die Centralkapsel (Taf. LII, Fig. 429) zeigt bei *Ch. Naresi* eine ellipsoidische Gestalt mit meist abgeplatteter Parapylenseite. Sie ist von den Centralkapseln der übrigen Tripyleen unterschieden durch den Besitz von zwei symmetrisch gelegenen Astropylen *(a)*. Die Parapylen *(p)* sind gleichfalls in der Zweizahl vorhanden und sind einander verhältnismäßig sehr genähert. Das Endoplasma zeigt auf den Schnitten einen eigentümlich zerklüfteten Bau *(kl)*, die Alveolen schließen vielfach ein dunkel färbbares Gerinnsel ein. Der Kern ist ellipsoidisch und zeigt auf den meisten Präparaten schaumige Stränge, welche vom Centrum nach der Peripherie in regelmäßig strahliger Anordnung verlaufen, ohne jedoch, wie dies bei anderen Tripyleenkernen häufig der Fall ist, im Kerncentrum eine dichte knäuelige Ansammlung zu bilden. Vielmehr ist hier auf den Schnitten ein chromatinfreier Hof zu erkennen, eine Anordnung, welche an gewisse Kernformen, denen man bei den Aulosphäriden begegnet, erinnert. Zwischen den Strängen finden sich die bei den meisten Tripyleen beobachteten, vielleicht als Fetttträubchen zu deutenden Körnchenhaufen.

Fortpflanzung. Unter den von mir geschnittenen Exemplaren fand sich eines vor, welches ein noch ganz jugendliches Entwickelungsstadium aufwies (Taf. LII, Fig. 430). Die Schale *(s)* war noch vollständig weichhäutig und färbbar. Der extrakapsuläre Weichkörper wies eine fast rein plasmatische Beschaffenheit auf und enthielt erst einige wenige Phäodellen *(ph)*; die Centralkapsel war außer von der dünnen Endocapsa von einer derben Ektocapsa umgeben, welche auf dem Schnittbild eine quergebänderte, offenbar auf Einlagerung von Kieselplättchen beruhende Struktur zeigte und, ähnlich den Hüllen der jungen Centralkapseln von *Planktonetta* (Taf. LIX, Fig. 459), als „provisorische Kieselhülle“ *(ps)* bezeichnet werden darf; die Astropylen *(a)* waren bereits vollständig ausgebildet, von den Parapylen *(p)* sind nur die scheibenförmigen Anlagen der Bulbi zu sehen, ähnlich wie dies Borgert für die jungen Centralkapseln von *Aulacantha* beschrieben hat; im Kern waren die Chromatinelemente einseitig zusammengedrängt und zeigten teils die Beschaffenheit von dicken, homogenen, wurstartigen Strängen, teils die Form von quergegliederten Fäden, welche an die gegliederten Chromosomen von *Ascaris* und manche Wirbeltier-Keimbläschen erinnern.

Stellt man diesen Befund mit der Thatsache zusammen, daß bei verschiedenen Formen nicht selten Individuen mit einer zweikernigen Centralkapsel oder mit 2 Centralkapseln gefunden wurden, so gelangt man ungefähr zu folgender Anschauung bezüglich des „vegetativen“ Vermehrungsmodus der Challengeriden: Innerhalb einer Mutterschale teilt sich die Centralkapsel. Die eine der Tochterkapseln tritt aus der Schale heraus, teilt sich hier nochmals (wie bei *Planktonetta*) und die Enkelkapseln bilden, noch während sich ihr Kern im Stadium der Telophase befindet und während sie von einer derben, als provisorische Kieselhülle dienenden Ektocapsa umgeben sind, einen neuen extrakapsulären Weichkörper und eine neue Schale aus.

In Bezug auf die Entwickelung der Schale sei erwähnt, daß mir speciell von den großen Tiefseeformen *Ch. Naresi* und *Thomsoni* zahlreiche Exemplare zu Gesicht gekommen sind, deren Schale sich mit Alaunkarmin noch lebhaft tingierte und bei welchen namentlich das Peristom eine weiche, faltige Beschaffenheit besaß. Es nimmt also die Skelettbildung auch bei den Challengeriden in ähnlicher Weise, wie ich es für die Aulacanthiden nachweisen konnte, ihren Ausgang von einer häutigen Anlage, welche in allen Einzelheiten bereits die Form des fertigen Kieselskelettes besitzt. Auch Borgert (1900, S. 259) hat Challengeriden mit häutiger Schale in seinem Material gefunden und sie ebenfalls als jugendliche Entwickelungsstadien betrachtet.

Nach den mir vorliegenden Daten scheint sich die vegetative Vermehrung der Challengeriden vorwiegend in größeren Tiefen abzuspielen. Wenigstens sind zweikernige Individuen oder solche mit 2 Centralkapseln von der „Valdivia" stets nur in verhältnismäßig großen Tiefen erbeutet worden. Ich führe zum Beweise sämtliche Funde von Challengeriden mit 2 Kernen oder 2 Centralkapseln an:

Von *Ch. Swirei*, welche in großen Massen die Dämmerungszone der Antarktis, also verhältnismäßig hoch gelegene Schichten bewohnt, wurden nur ein einziges Mal (St. 147), und zwar in einer Tiefe von 4000—5000 m, mehrere Exemplare mit 2 Centralkapseln gefischt.

Von der pamplanktonischen *Ch. armata* wurden an zwei Stationen des Indischen Oceans (St. 227 und 229), und zwar in Tiefen von 1000—800 bezw. 1600—1400 und 1000—800 m, zweikernige Individuen angetroffen. An beiden Stationen wurden in den aus geringeren Tiefen stammenden Schließnetzfängen nur einkernige Individuen erbeutet.

Ch. Harstoni ist eine bipolare, ausgesprochen knephoplanktonische Form, d. h. weitaus die meisten Funde stammen aus den über dem 400 m-Horizont gelegenen Schichten. Das einzige Exemplar mit 2 Centralkapseln wurde dagegen in der Tiefe von 600—500 m angetroffen (St. 142).

Ch. Balfouri ist ebenfalls eine vorwiegend knephoplanktonische Form. Auch von dieser Art wurde ein Exemplar mit 2 Centralkapseln in der Tiefe von 700—600 m gefunden, während eine größere Anzahl von Individuen, die an der gleichen Station (St. 66) in der zwischen 500 und 350 m gelegenen Schicht gefischt wurden, sämtlich einkernig waren.

Im ganzen sind es vielleicht ein Dutzend in Fortpflanzung befindliche Exemplare von Challengeriden, welche in verhältnismäßig großen, zum Teil für die Species ungewöhnlichen Tiefen erbeutet wurden, eine Anzahl, welche doch wohl zu groß ist, als daß man Zufälligkeiten annehmen könnte. Danach halte ich die Ansicht, wenn auch nicht für hinlänglich gestützt, so doch für diskutierbar, wonach die Challengeriden behufs Vermehrung in größere Tiefen herabsinken.

Horizontale Verbreitung. Unter den Challengeriden finden sich alle verschiedenen Formen der Verbreitung vor, denen wir bei den Tripyleen überhaupt begegnen.

Eine Anzahl von Arten sind ausgesprochen Warmwasserformen bezw. Bewohnerinnen der warmen Meeresgebiete zwischen 40° N. und 40° S., so nach dem bisherigen Material *Ch. Macleari, tridentata, Tizardi, varians, Balfouri, Sloggetti, Murrayi, Bethelli, Channeri*, sowie *Porcupinia, Pharyngella* und *Entocannula*. Von diesen kann jetzt schon *Ch. Channeri* als trioceanisch bezeichnet werden.

Andere Formen sind in ausgeprägter Weise bipolar, z. B. *Ch. tridens* und *Harstoni*, wieder andere rein antarktisch, z. B. *Ch. Swirei, acornis, bicornis, micropelecus.*

Im Ganzen übertrifft, soweit die bisherigen Befunde ein Urteil erlauben, die Antarktis die arktischen Gebiete an Artenzahl.

Eine eigentümliche Verbreitung zeigen einige Formen, deren Wohngebiet die großen Oceane umfaßt und außerdem noch weit hinauf bis in die Mischgebiete zwischen Atlantik und nördlichem Eismeer reicht, welche aber nach den bisherigen Befunden in der Antarktis fehlen. Es sind dies die beiden atlantisch-indisch-arktischen Formen *Ch. xiphodon* und *armatum* und die trioceanisch-arktische Art *Ch. diodon*.

Während diese Formen ihr eigentliches Verbreitungsgebiet in den wärmeren Meeren besitzen und von hier aus entlang den warmen Strömungen in die nördlichen Mischgebiete ausstrahlen, kommt eine Anzahl von Formen nach den bisherigen Befunden vorzugsweise in der Antarktis und zwar in allen Tiefen vor und sind außerdem auch in den größeren Tiefen der angrenzenden wärmeren Meeresteile verbreitet. Sollte sich diese Art der Verbreitung thatsächlich bestätigen, so hätten wir es mit eigentlichen „Leitformen" zu tun, welche die Ausdehnung der von der Antarktis nach Norden ausstrahlenden unterseeischen Kaltwasserströmungen angeben. Zu diesen unipolar-submergenten Arten, wie ich sie nennen möchte, gehören die beiden Riesenformen: *Ch. Naresi* und in zweiter Linie *Thomsoni*.

Vertikale Verbreitung. Ueber einen vermutlichen Zusammenhang zwischen der Vermehrung der Challengeriden und ihrem Auftreten in größeren Tiefen wurde schon vorhin berichtet. Hier ist allgemein noch folgendes hinzuzufügen. Eine Reihe von Challengeriden zeigt eine sehr ausgedehnte Vertikalverbreitung und findet sich mit Ausnahme der oberflächlichsten Schichten in sämtlichen Horizonten bis herab zu sehr großen Tiefen. Zu diesen pamplanktonischen Formen ist z. B. *Ch. varians, Balfouri* und *armata* zu zählen, letztere allerdings mit der Einschränkung, daß eine Varietät mehr der Stufe des Knephoplanktons, eine andere der des Skotoplanktons angehört.

Die Mehrzahl der Arten bevorzugt gewisse Horizonte, und insbesondere ist die zweite Stufe, die Schicht des Knephoplanktons (50—400 m), besonders reich an Challengeriden, weshalb ich diese Stufe als Challengeridenschicht bezeichnet habe (1906, S. 271). Solche Formen, welche allerdings auch in noch tieferen Schichten angetroffen werden, aber ihrer Hauptmasse nach sich doch in den Horizonten zwischen 50 und 400 m zusammendrängen, sind: *Ch. tridens, xiphodon, Channeri, Swirei.* Ganz besonders charakteristisch scheint für diese zweite Schicht auch die bipolare *Ch. Harstoni* zu sein, welche von der „Valdivia" nur ganz ausnahmsweise unterhalb des 400 m-Horizontes erbeutet wurde.

Es wurde oben schon hervorgehoben, daß speciell von *Ch. Swirei, Balfouri* und *Harstoni* Exemplare mit zweikerniger Centralkapsel, bezw. mit 2 Centralkapseln ausschließlich in tieferen Regionen vorgefunden wurden. Es liegt also die Annahme nahe, daß die genannten Formen vorzugsweise während der vegetativen Vermehrung die Schicht des Knephoplanktons verlassen und in tiefere Schichten herabsinken.

Auch in der dritten Tiefenstufe (Schicht des Skotoplanktons, Tuscarorenschicht, 400 bis 1000 oder 1500 m) sind einige Challengeridenarten als Charakter- oder Leitformen zu Hause. Dazu gehören *Ch. Tizardi* und *Bethelli*, sowie die in den wärmeren Gebieten des Atlantik und Indik heimische *Ch. Sloggetti* (Taf. L, Fig. 401 u. 402). Letztere Form ist deswegen von besonderem Interesse, weil sie in der dritten Schicht der warmen Meere

erend eintritt für die bipolare, in der zweiten Schicht der kalten Meere lebende *Ch. oni* (Taf. L, Fig. 397 u. 398). Sie ist von letzterer, mit welcher sie die leichtspiralige nform, die Dickwandigkeit und die zweizähnige Beschaffenheit des Peristoms gemeinsam urch einige Merkmale konstant unterschieden, so durch die beträchtliche Größe, durch den dreieckigen Schalenumriß und durch die mehr oder weniger deutlich hervortretende backenlügelartige Verbreiterung der Peristomränder. Im ganzen stehen sich aber die beiden Formen iologisch sehr nahe, und offenbar stimmen sie auch darin überein, daß sie kalten oder stens kühlen Temperaturen angepaßt sind, ebenso wie auch eine dritte nahe verwandte Art, *icropelecus*, eine ausgesprochene Kaltwasserform zu sein scheint. Mit diesem übereinenden physiologischen Verhalten von *Ch. Sloggetti* und *Harstoni* hängt wohl zusammen, daß als Bewohnerin der wärmeren Meeresteile in tieferen Schichten vorkommt als die letztere.

Was die vierte Stufe (Schicht des Nyktoplanktons, Pharyngellenschicht, -5000 m) anbelangt, so beweisen die Schließnetzfänge, daß die Tiefengründe unterhalb oder 1500 m mindestens noch bis in die Tiefe von 4000 und 5000 m normalerweise hochspecialisierte Formen beherbergen. Es handelt sich in erster Linie um die Riesen den Challengeriden, *Ch. Naresi* und *Thomsoni* (Taf. XLIX, Fig. 377, 388, 389). Dazu n *Ch. Murrayi* und die ihr nahestehenden Formen *Porcupinia cordiformis*, *Pharyngella a*, *Entocannula infundibulum* und möglicherweise *Cadium melo*. Von den meisten dieser n wurden auch in höheren Lagen da und dort Exemplare gefunden, so trat z. B. *Ch. oni* in der antarktischen Station 121 noch in den Schichten 500—350 und 300—50 m in geringer Individuenzahl auf. Indessen wurden doch die betreffenden Formen in so zahl-Fällen in der vierten Schicht angetroffen, daß man sie mindestens als regelmäßige Bedieser von anderen Organismen und insbesondere Radiolarien nur spärlich bewohnten bezeichnen darf. Da speciell von *Pharyngella gastrula* mit dem Schließnetz in nicht · als 6 Fällen lebende Exemplare und in einigen anderen Fällen leere Schalen aus diesen heraufgebracht wurden (abgesehen von zahlreichen tiefgehenden Vertikalnetzfängen), so h diese Stufe als Pharyngellenschicht bezeichnet (1906, S. 273).

Systematik. Die Familie der Challengeriden umfaßt nach Haeckel alle diejenigen n, welche eine monaxone, gewöhnlich ei- oder linsenförmige Schale mit feiner Diatomeenbesitzen und am Mund gewöhnlich mit „Zähnen" versehen sind. In ähnlicher Weise zt auch Borgert (1901) die Familie der Challengeriden. Die einzige Aenderung, welche chlägt, besteht in der Wiedereinführung der alten Wallich'schen Gattungsbezeichnung *tis* an Stelle von *Challengeria*. Als eine besondere Familie werden den Challengeriden iiden gegenübergestellt.

ch glaube nicht, daß wir in letzterer Hinsicht Borgert folgen sollen. Allerdings sind nen der Gattung *Cadium* (Taf. LI, Fig. 415 u. 416) von den Challengeriden durch den einer ausgeprägten Diatomeenstruktur und durch den Besitz von meridional verlaufenden unterschieden. Indessen ist wenigstens der erste Unterschied nicht von tiefgreifender ng. Denn einerseits ist bei einzelnen Challengeriden, nämlich bei den Formen der *Swirei-* nicht selten die Diatomeenstruktur, offenbar auf Grund sekundärer Verkieselungsprozesse, h oder ganz verwischt, andererseits spricht Borgert selbst davon, daß bei *Cadium* die vandung aus zwei durch einen Zwischenraum voneinander getrennten und an der

Mündung ineinander übergehenden Schichten besteht, so daß man sehr an die Challengeridenschale mit ihren zwei Grenzlamellen erinnert wird.

Es bleiben also als wesentlicher Unterschied die meridionalen Rippen an der Schalenoberfläche von *Cadium* übrig. Diesem Unterschied stehen aber so zahlreiche Uebereinstimmungen im ganzen Habitus, in der Größe, in der einseitigen Peristombildung, im Fehlen von allseitig angeordneten Radialstacheln und im Auftreten von Apikalstacheln gegenüber, daß ich mich nicht entschließen kann, die BORGERT'sche Familie beizubehalten. Ich möchte vielmehr diesen weitgehenden Uebereinstimmungen, zu welchen noch eine ähnliche Verbreitungsweise hinzukommt, Rechnung tragen und die Cadiiden als eine besondere Unterfamilie der Familie der Challengeriden einverleiben. In diesem Fall verliert freilich die Diatomeenstruktur ihren wichtigen Rang in der Diagnose der Challengeriden, vielmehr haben wir als den in systematischer Hinsicht bedeutungsvollsten, allen Challengeriden sensu latiori gemeinsamen Charakter hervorzuheben, daß die Radialstacheln nicht gleichmäßig über die Schale verteilt (wie bei den Castanelliden, Circoporiden und Porospathiden), sondern, wenn überhaupt vorhanden, nur in der Medianebene inseriert, seltener um den aboralen Pol gruppiert sind.

Die ursprüngliche Familie der Challengeriden ist von HAECKEL in zwei Unterfamilien zerlegt worden: in die Lithogromida, bei welchen der Schalenmund eine einfache Oeffnung ohne Pharynxbildung darstellt, und in die Pharyngellida, bei welchen von der Mundöffnung aus in das Innere der Schale eine hohlcylindrische oder hohlkegelförmige Röhre, der Pharynx, vorspringt.

Man wird diese Gruppierung ohne weiteres als eine natürliche annehmen dürfen und diesen beiden Unterfamilien, die besser als Lithogromiinae und Pharyngellinae zu bezeichnen sind, als dritte die der Cadiinae anschließen.

Innerhalb der Lithogromiinae unterscheidet HAECKEL 3 Gattungen:

Lithogromia, Schale mit glattem Mund, ohne Adoralzähne und ohne Randdornen;

Challengeria, Schale mit Adoralzähnen, aber ohne Randdornen;

Challengeron, Schale mit Adoralzähnen und mit Randdornen.

Innerhalb der beiden letzteren Gattungen werden dann je nach der Beschaffenheit des Peristomfortsatzes mehrere Untergattungen unterschieden.

Von der erstgenannten Gattung sind mir keine sicheren Belegstücke in die Hand gekommen, dagegen habe ich die Mehrzahl der zu den Gattungen *Challengeria* und *Challengeron* gerechneten Formen untersuchen können. Ich bin dabei, wie schon oben angedeutet wurde, zu dem Ergebnis gelangt, daß das Vorhandensein und Fehlen der Randstacheln nicht als Kriterium für die Unterscheidung der natürlichen Hauptgruppen herangezogen werden kann, da es sich hier nicht um ein konstantes, sondern um ein individuell und specifisch wechselndes Merkmal handelt. So besitzen die zweifellos einander sehr nahestehenden Formen der *Swirei*-Gruppe bald keinen, bald einen oder zwei Randstacheln, und in ähnlicher Weise finden wir bei *Ch. Tizardi* und *Bethelli* eine weitgehende individuelle Variabilität.

Um zu einer natürlichen Einteilung der Challengeriden zu gelangen, sind daher nicht bloß die Zahl und Anordnung der Randstacheln, sondern auch, wie dies HAECKEL bei der Aufstellung seiner Untergattungen gethan hat, die Beschaffenheit des Peristomfortsatzes, ferner die allgemeine Schalenform (Neigung zur Einrollung etc.) und die feinere Schalenstruktur heranzuziehen.

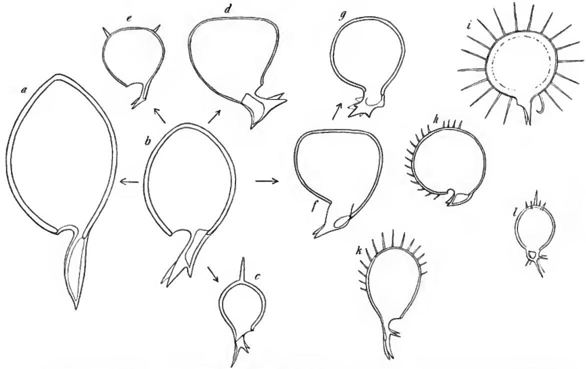


Fig. 29. Horizontalprojektion des Stammbaumes der Challengeriden (Lithogromiinae). a *Challengeria Naresi*, b *Protocystis Thomsoni* (*Thomsoni-tridens*-Gruppe), c *P. Swirei* (*Swirei*-Gruppe), d *P. Macleari* (*Macleari*-Gruppe), e *P. Balfouri* (*varians*-Gruppe), f *P. Sloggetti* (*Harstoni*-Gruppe), g *P. Murrayi* (*Murrayi*-Gruppe), h *Challengerosium Bethelli*, i *Heliochallengeron Channeri*, k *Challengeron armatum*, l *Challengeranium diodon*.

Wenn man sich nach denjenigen Formen umsieht, welche nach den meisten Richtungen hin Anknüpfungspunkte gewähren und so als vorläufiger Kern für die systematische Gruppierung benutzt werden können, so stößt man auf diejenigen Arten, bei welchen die Schale eine regelmäßige sphärische, eiförmige oder linsenförmige Gestalt hat und die Zähne des Peristomfortsatzes eine individuell wechselnde Zahl und Beschaffenheit aufweisen. Es sind dies die Arten *Ch. Thomsoni* und *tridens* (Textfig. 29 b).

Speciell von *Ch. Thomsoni* finden wir nebeneinander Individuen, welche sowohl den unpaaren, als auch die paarigen Zähne des Peristomfortsatzes kräftig ausgebildet haben (Textfig. 29 b), ferner solche, bei welchen der unpaare Zahn ganz oder nahezu unterdrückt ist und dafür die paarigen eine beträchtliche Verlängerung erfahren haben (Textfig. 30 a), und endlich solche, bei welchen umgekehrt der unpaare Zahn die rudimentären paarigen bedeutend überragt (Textfig. 30 b). An die erste Gruppe von Individuen schließt sich das Gros der dreizähnigen Formen an, an die zweite Gruppe können ungezwungen die zweizähnigen Arten, z. B. *Ch. varians-Havergalli* mit ihren vereinzelt vorkommenden dreizähnigen Varianten, an die letzte Gruppe endlich die einzähnigen, nämlich *Ch. Naresi* und *xiphodon*, angeschlossen werden.



Fig. 30 a und b. Varianten von *Protocystis Thomsoni*.

Zunächst sind wohl die letzteren als eine besondere Gattung abzutrennen, da eigentliche Zwischenstufen zwischen ihnen und den zwei- und dreizähnigen Formen, mit Ausnahme der *Thomsoni*-Individuen mit stark reduzierten paarigen Zähnen, fehlen. Für diese Gattung, welche also die Arten *Naresi* (Textfig. 29 a) und *xiphodon* enthält und durch den Besitz eines einzähnigen Peristomfortsatzes scharf charakterisiert ist, ist der Murray'sche Name ***Challengeria*** beizubehalten.

Die große Mehrzahl der dreizähnigen und zweizähnigen Formen bildet dann um die *Thomsoni-tridens*-Gruppe als Kern einen zusammenhängenden Komplex, für welchen, da zweifellos die alte Wallich'sche Art *Protocystis aurita* dazu gehört, gemäß den Prioritätsgesetzen der Gattungsname ***Protocystis*** in Vorschlag zu bringen ist und welcher sich zweckmäßigerweise in eine Anzahl von „Gruppen" gliedern läßt. Ein natürliches Centrum bildet, wie angedeutet, die ***Thomsoni-tridens*-Gruppe** (Textfig. 29 b), und an diese schließen sich zunächst zwei Gruppen mit dreizähnigem Peristomfortsatz an, von denen die eine, die ***Swirei*-Gruppe** (Textfig. 29 c), durch die deutliche Nahtlinie zwischen Peristom und Peristomfortsatz, durch die meist derbe Schalenstruktur und die wechselnde Zahl der Randstacheln gekennzeichnet ist, während die zweite, die ***Macleari*-Gruppe** (Textfig. 29 d) durch den verkürzten und verbreiterten, in drei lappenförmige Zähne ausgezogenen Peristomfortsatz, durch Ansätze zur Randstachelbildung und durch eine gewisse Neigung zur spiraligen Aufrollung, bezw. durch den Uebergang zur Dreiecksform, unterschieden ist.

Eine weitere, an die *Thomsoni-tridens*-Gruppe sich anschließende Gruppe, bei welcher noch ein Schwanken zwischen Zwei- und Dreizähnigkeit wahrzunehmen ist und deren eine Art, *Ch. Balfouri*, ebenfalls zwei hohle Randstacheln aufweist, ist die durch kreisrunde, stark komprimierte Schalen ausgezeichnete ***varians*-Gruppe** (Textfig. 29 e).

An *Thomsoni*-Exemplare mit zweizähnigem Peristom erinnern die Formen der ***Harstoni*-Gruppe** (Textfig. 29 f), bei welcher bald die Neigung zur Einrollung, bald der Uebergang zu eckigen Umrissen in besonders ausgeprägter Weise zu Tage tritt, und welche daher in die Nähe der *Macleari*-Gruppe (Textfig. 29 d) gestellt werden muß.

An die *Harstoni*-Gruppe knüpfen unmittelbar die zunächst allerdings fremdartig aussehenden Formen der ***Murrayi*-Gruppe** (Textfig. 29 g) an. Denkt man sich die Seitenteile des Peristomfortsatzes, welche bei der zur *Harstoni*-Gruppe gehörenden *Ch. Sloggetti* eine backenförmige Verbreiterung erfahren haben, noch stärker flügelartig ausgezogen und schließlich in zwei Lappen zerlegt, so entstehen die sechszähnigen Peristombildungen, welchen wir bei *Ch. Murrayi* begegnen.

Es bleiben noch einige Formen, welche sich nicht durch eigentliche Uebergangsstufen mit der bisher besprochenen Gruppe verknüpfen lassen und für welche daher eigene Gattungsbezeichnungen aufgestellt werden müssen.

Zunächst *Ch. Bethelli* (Textfig. 29 h) und *avicularia*, welche durch die 2 kurzen, kräftigen, unmittelbar an die Schale ansetzenden Peristomzähne, die tiefe labiale Einschnürung und meist durch den Besitz einer größeren Zahl von Randstacheln gekennzeichnet sind. Sie erinnern mit ihren in der Seitenansicht klauenartigen Peristomzähnen und auch in Bezug auf die übrigen Merkmale an die Gattung *Porcupinia*, welche jedoch nach Haeckel durch den Besitz eines Pharynx unterschieden sein würde. Ich schlage für die hierher gehörigen Formen die Haeckel'sche Subgenus-Bezeichnung ***Challengerosium*** als Gattungsnamen vor.

Einen durchaus eigenartigen Charakter zeigt weiterhin *Ch. Channeri* (Textfig. 29 i) mit ihrer mehr dosenförmigen Schale, der zweifachen Schalenstruktur, den gleichmäßig, den ganzen Schalenumfang besetzenden Randstacheln und den aufrechten Peristomzähnen. Entfernte Beziehungen bestehen wohl nur zu *Ch. Bethelli* und deren Verwandten. Wegen der Aehnlichkeit von *Ch. Channeri* mit einer stilisierten Sonne schlage ich die Gattungsbezeichnung ***Heliochallengeron*** vor.

Ferner stehen auch *Ch. armata* (Textfig. 29 k) und verschiedene nahe verwandte Formen etwas abseits, und zwar wegen des regelmäßig vierlappigen Peristomfortsatzes und der in größerer Anzahl vorhandenen, vielfach gegen den Scheitelpol an Größe zunehmenden und mit Nebendornen versehenen Randstacheln. Für diese Formen sei die Haeckel'sche Gattungsbezeichnung ***Challengeron*** reserviert.

Noch mehr isoliert steht endlich *Ch. diodon* (Textfig. 29 l) mit seinem durch zwei fensterartige Oeffnungen durchbohrten Peristom und mit den den Apikalstachel umgebenden, also nicht marginal angeordneten Nebenstacheln. In letzterer Hinsicht zeigt die Art einige Anklänge an die Gattung *Porcupinia*, in der Anordnung der Peristomzähne eine entfernte Aehnlichkeit mit einer Doppelmißbildung von *Ch. Swirei* (Taf. XLIX, Fig. 391). Ich werde für den Formenkreis von *Ch. diodon* die Haeckel'sche Subgenus-Bezeichnung ***Challengeranium*** verwenden.

Nach dem Obigen ergiebt sich für die Challengeriden in ihrer Gesamtheit folgende Einteilung:

1. Unterfamilie. Lithogromiinae. Schale mit ausgesprochener Diatomeenstruktur, ohne Pharynxbildung.
   1. Gattung ***Lithogromia*** Haeckel. Schale ohne Peristom und ohne Randstacheln.

2. Gattung ***Challengeria*** Haeckel (sens. strict.). Peristom einzähnig. Randstacheln fehlen.

3. Gattung ***Protocystis*** Wallich. Peristom zwei- bis dreizähnig. Höchstens 2 Randstacheln.

   a) *Thomsoni-tridens*-Gruppe. Schale ei- oder linsenförmig. Peristom schlank, meist drei-, bei einzelnen Individuen zweizähnig. Kein Randstachel.

   b) *Swirei*-Gruppe. Schale sphärisch oder eiförmig, meist sehr dickwandig. Peristom schlank, durch eine deutliche Nahtlinie in Kragen und Fortsatz geschieden, dreizähnig. 0, 1 oder 2 Randstacheln.

   c) *Macleari*-Gruppe. Schale kreisförmig oder leicht spiralig eingerollt oder nahezu dreieckig, ziemlich stark zusammengedrückt. Peristomfortsatz kurz, gedrungen, dreilappig. 0, 1 oder 2 Randstacheln.

   d) *varians*-Gruppe. Schale stark zusammengedrückt; in Flächenansicht kreisförmig. Peristom schlank, zwei-, bei einzelnen Individuen dreizähnig. 0 oder 2 Randstacheln.

   e) *Harstoni*-Gruppe. Schale spiralig eingerollt, mit rundlichem oder drei- bis viereckigem Umriß. Peristom zweizähnig. Kein Randstachel.

   f) *Murrayi*-Gruppe. Schale wenig zusammengedrückt, in Flächenansicht annähernd kreisförmig. Peristomfortsatz mit 2 Hauptzähnen und mit 2 seitlichen Flügeln, an deren Stelle je 2 Seitenzähne treten können. Kein Randstachel.

4. Gattung ***Challengerosium*** (Haeckel). Peristom mit 2 kurzen, breiten, klauenartigen Zähnen. Mehr als 3 Randstacheln.

5. Gattung ***Heliochallengeron*** n. g. Peristom mit 2 aufrechten Zähnen. Der ganze Schalenumfang mit Randstacheln besetzt, welche einer scharf differenzierten, grobwabigen Gürtelzone aufsitzen.

6. Gattung ***Challengeron*** Haeckel (sens. strict.). Peristom vierzähnig. Randstacheln in wechselnder Zahl, vielfach gegen den Apikalpol an Größe zunehmend.

7. Gattung ***Challengeranium*** (Haeckel). Peristom mit fensterartigen Durchbohrungen. Ein Apikalstachel, nicht selten von Nebendornen umgeben.

2. Unterfamilie. Pharyngellinae. Schale mit ausgesprochener Diatomeenstruktur, mit Pharynxbildung.

8. Gattung ***Entocannula*** Haeckel. Schale ohne Adoralzähne und ohne Randstacheln.

9. Gattung ***Pharyngella*** Haeckel. Schale mit 2 Adoralzähnen, ohne Randstacheln.

10. Gattung ***Porcupinia*** Haeckel. Schale mit 2 Adoralzähnen und mit Apikalstacheln.

3. Unterfamilie. Cadiinae. Schale mit meridional verlaufenden Rippen.

11. Gattung ***Cadium*** Bailey.

1. Unterfamilie. Lithogromiinae.

Schale mit ausgesprochener Diatomeenstruktur, ohne Pharynxbildung.

1. Gattung. *Challengeria* HAECKEL (sens. strict.).

Peristom einzähnig. Randstacheln fehlen.

Challengeria Naresi (JOHN MURRAY).

Taf. XLVIII, Fig. 370; Taf. XLIX, Fig. 377; Taf. LII, Fig. 429 u. 430; Textfig. 27 u. 28.

Challengeria naresii JOHN MURRAY, 1876, Proc. Roy. Soc. Lond., Vol. XXIV, Taf. XXIV, Fig. 1; 1885, Narr. Chall. Exp., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 1, 1 a—1 e.

Challengeria naresii HAECKEL, 1887, Chall. Rep., p. 1648.

Schale stark seitlich zusammengepreßt, linsenförmig mit kielartig verjüngtem Rande, entweder mit kreisförmigem oder länglich-ovalem Umriß. Peristom am dorsalen Winkel mit einem einzigen einfachen vertikalen Zahn, welcher nahezu gestreckt ist, eine konische Gestalt und an der Basis zwei scharfrandige seitliche Flügel besitzt und etwa halb so lang als die Schale ist.

Charakteristisch für unsere Art ist ferner die verhältnismäßige Dicke der Schale und die schon von MURRAY (Taf. A, Fig. 1 d) im allgemeinen richtig wiedergegebene spindel- oder flaschenähnliche Form der Porenkämmerchen (Textfig. 28 a u. b; Fig. 377 bei *a*).

Schalenhöhe nach HAECKEL 0,5—0,6, bei den „Valdivia"-Exemplaren 0,55—0,65 mm; Länge des Peristomzahnes 0,25—0,35 mm.

Varianten. Es kommen nebeneinander fast regelmäßig 2 Varietäten vor, eine mit nahezu kreisförmigem Umriß und verhältnismäßig geringerer Wanddicke (var. *circularis*, Taf. XLVIII, Fig. 370) und eine mit eiförmigem Umriß und mächtiger Wanddicke (var. *ovalis*, Taf. XLIX, Fig. 377). Eine Verschiedenheit in der vertikalen Verbreitung dieser beiden Varietäten konnte nicht festgestellt werden, vielmehr fanden sich in den gleichen Tiefen nebeneinander beide Formen. Gewöhnlich treten die beiden Varietäten unvermittelt nebeneinander auf (z. B. St. 121, S. 50—300 und S. 1900—2500), jedoch fanden sich an anderen Stellen auch Zwischenformen, so z. B. eiförmige, dünnschalige (St. 49) oder kreisrunde von mittlerer Schalendicke (St. 139).

Fundorte: „Kosmopolitisch; Atlantik, Indik, Pacifik, in Tiefen von 1000 und 3000 Faden" (HAECKEL, Chall. Rep.); T.-St. 48 und 49 (Südäquatorialstrom, S. 2400—2700, ●, bezw. V. 3500, ●), 88 (Benguelastrom, V., ●), 120 und 121 (Westwindtrift, S. 1500—900, ●●, bezw. S. 1900—2500, ●●, und 300—50, ●●), 132, 133, 136, 139 (antarktische Trift, bezw. S. 2500 bis 1900, ●●, S. 3300—2700, ●, S. 1500—900, ●, und V., ●).

Verbreitung: Nach den Ergebnissen der „Valdivia" ist *Challengeria Naresi* eine vorwiegend in der Antarktis heimische Form, welche sich aber von hier aus bis weit in die tropischen Gegenden des Atlantik und nach den Befunden des „Challenger" auch in den Indik und Pacifik erstreckt. Sie wurde mit Ausnahme eines Falles (T.-St. 121, S. 300—50) von der „Valdivia" ausschließlich in Tiefenfängen erbeutet, und zwar meistens zusammen mit *Protocystis Thomsoni* und *Conchopsis* und dürfte daher als nyktoplanktonische Tiefenform bezeichnet werden. Falls sich das Bild, welches die Befunde der „Valdivia" von der horizontalen

Verbreitung unserer Form liefern, bestätigen würde, hätten wir dieselbe vielleicht der Kategorie der unipolar-submergenten Arten anzureihen, d. h. derjenigen Formen, deren Verbreitungscentrum in den kalten Gebieten der einen Hemisphäre liegt und deren Wohngebiet sich von hier aus in die Tiefen der benachbarten warmen Meeresteile erstreckt.

Ch. xiphodon Haeckel.

Taf. XLIX, Fig. 378—381.

Challengeria xiphodon Haeckel, Chall. Rep., p. 1648; vergl. auch Hensen, 1887, Möbius, 1887, Lohmann, 1899, Jörgensen, 1900.

Protocystis xiphodon Borgert, Nord. Trip., S. 27; Nordgaard-Jörgensen 1905.

Abbildungen bei Möbius, 1887, Taf. VIII, Fig. 41, und Borgert, Nord. Trip., S. 28, Fig. 28.

Schale nahezu sphärisch, seltener an der aboralen Seite abgeplattet oder seitlich zusammengepreßt. Peristom am dorsalen Winkel mit einem einfachen Zahn, welcher gerade, dreiseitig-prismatisch und so lang oder etwas kürzer als die Schale ist.

Die Poren stellen kubische Räume dar.

Höhe der Schale 0,09—0,13 mm.

Es kommen je nach der Größe und Dicke der Schale verschiedene Varietäten vor. Eine örtliche Abgrenzung derselben ließ sich nicht feststellen.

Fundorte: Ch.-St. 349—352, (tropischer Atlantik, Oberfläche, Haeckel); nördlicher Ast des Golfstroms zwischen Hebriden und Rockall (vorwiegend oberhalb 200 m, häufig, Hensen); norwegische Küste (Hjeltefjord, 0—100 m, einzeln, Jörgensen 1899; norwegische Fjorde, „rather frequent, but always sparse, always in deep water samples, Jörgensen 1905); Irmingersee, Ost- und Westgrönlandstrom Labradorstrom (Borgert, 1901); Messina (0—360 m, Sept. bis Dez., häufig, Lohmann); Floridastrom, Sargasso-See, Canarienstrom, Guineastrom (Borgert, 1903); T.-St. 32 (canarische Strömung, P. 200, ○), 41, 42, 43 (Guineastrom, bezw. P. 200, ○, S. 550—250, ●, P. 200, ●), 48 (Südäquatorialstom, S. 2700—2400, ○), 66 (Golf von Guinea, S. 700—600, ● ● ○; S. 500—350, ●), 72 (Benguelastrom, P. 200, ●), 117 (Wurzel des Benguelastroms, P. 200, ○), 168 (südlicher Indik, P. 200, ○), 169 (südlicher Indik, S. 400—300, ● ●), 170 (südlicher Indik, S. 1700—1000, ●; S. 300—200, ● ●; S. 200—100, ●), 172 (südlicher Indik, S. 1850—1600, ●; P. 200, ● ●), 173 (südlicher Indik, S. 3500—2700, ●; V., ●), 174 (südlicher Indik, V., ○), 175 (südlicher Indik, S. 500—400, ●, sehr großes Exemplar; S. 350—320, ●), 221 (nördlicher Indik, S. 1600—1000 ○), 226 (nördlicher Indik, P. 200, ○), 227 (nördlicher Indik, S. 1000—800, ○; S. 800—600 ●), 228 (nördlicher Indik, S. 420—350, ● ●), 229 (nördlicher Indik, S. 1600—1400, ●; S. 1000—800, ●; S. 600—400, ● ●; S. 400—200, ● ●; S. 200—20, ● ●), 236 (nördlicher Indik, S. 2600—2300, ●).

Verbreitung. Es geht aus den obigen Angaben zunächst die eigentümliche horizontale Verbreitungsweise von *Ch. xiphodon* hervor. Wir finden dieselbe im ganzen Atlantik und Indik, sowie in den kühleren und Mischwassergebieten im Norden des Atlantik. Dagegen fehlt die Form vollständig im antarktischen Gebiet. Im ganzen darf wohl *Ch. xiphodon* als Warmwasserform im weiteren Sinne des Wortes bezeichnet werden, wie sie denn auch von Jörgensen (1005) als „a temperate oceanic species, distributed from the tropical part of the Atlantik to the north coast of Iceland" bezeichnet wird. Im ganzen scheint *Ch. xiphodon* die Oberflächenschichten des Oceans, speciell die Zone des Knephoplanktons, zu bevorzugen.

So erbeutete sie der „Challenger" im tropischen Atlantik an der Oberfläche, HENSEN fand sie in großer Zahl im nördlichen Ast des Golfstromes in den obersten 200 m, LOHMANN bei Messina in Tiefen bis 360 m, und ebenso wurde sie von der „Valdivia" in zahlreichen Planktonfängen den Oberflächenschichten des Atlantik und Indik entnommen. Daneben fanden sich aber auch zahlreiche Individuen in lebensfrischem Zustand in tiefen und sehr tiefen Schichten, so daß wir nicht von einer reinen Oberflächenform sprechen können, es vielmehr dahingestellt sein lassen müssen, ob sich die Form periodisch und regelmäßig, etwa während der vegetativen Vermehrung, oder mehr vereinzelt in die Tiefenschichten herabbegiebt.

Alles in allem würde also *Ch. xiphodon* als eine knephoplanktonische Warmwasserform zu bezeichnen sein, deren Verbreitungsgebiet sich aber sehr weit nach dem Norden des Atlantik ausdehnt.

2. Gattung. *Protocystis.*

Peristom zwei- bis dreizähnig. Höchstens 2 Randstacheln.

a) *Thomsoni-tridens*-Gruppe.

Schale ei- oder linsenförmig. Peristom schlank, meist drei-, bei einzelnen Individuen zweizähnig. Kein Randstachel.

Protocystis Thomsoni (JOHN MURRAY).

Taf. XLIX, Fig. 388 u. 389; Textfig. 30a u. b.

Challengeria Thomsoni JOHN MURRAY, 1885, Narr. Chall. Exp., Vol. I, Taf. A, Fig. 2.
Challengeria Thomsoni HAECKEL, Chall. Rep., p. 1650, + *Challengeria trifida* HAECKEL, Chall. Rep., p. 1652.

Schale stark seitlich zusammengedrückt, linsenfömig, mit kreisförmigem oder ovalem Umriß. Peristom halbröhrenförmig, schräg absteigend, in der basalen Hälfte einen offenen Halbcylinder darstellend, in der distalen Hälfte mit einem unpaaren dorsalen und zwei ventralen Zähnen.

Porenräume bei der ovalen Form palissadenförmig, bei der kreisförmigen kubisch.

Höhe der Schale 0,35—0,4 mm (nach HAECKEL 0,3—0,35), Länge des Peristoms 0,1 bis 0,15 mm (nach HAECKEL 0,08—0,12).

Varianten. *P. Thomsoni* ist in ähnlicher Weise wie *Ch. Naresi* in Bezug auf die Form der Schale und ihre Wanddicke sehr variabel. Im gleichen Fang kommen nebeneinander kreisrunde, dünnschalige und ovale, dickschalige Individuen vor. Außerdem ist auch die Beschaffenheit des Peristoms zahlreichen Variationen unterworfen; insbesondere ist der dritte unpaare Zahn, in welchen sich der Palissadenkörper fortsetzt, von sehr verschiedener Ausbildung und kann auch vollständig fehlen (Textfig. 30a). Bei den ovalen, dickschaligen Formen ist der Palissadenkörper mächtig entwickelt und zwei- bis dreimal so breit, als die Dicke der Schalenwand beträgt, bei den runden, dünnwandigen Formen stellt er einen verhältnismäßig dünnen Stab dar, und bei den zweizähnigen Exemplaren pflegt er eine beträchtliche Längenreduktion zu erfahren (Textfig. 30a). Mit Rücksicht auf diese große Variabilität des Peristoms, wie sie schon an den von einer und

derselben Fundstätte kommenden Exemplaren beobachtet werden kann, glaube ich die dreizähnige *Challengeria trifida* Haeckel (Chall. Rep., p. 1652) mit *P. Thomsoni* vereinigen zu müssen.

Fundorte: Ch.-St. 318—330 (südwestlicher Atlantik, Oberfläche und Tiefen von 1900 bis 2900 Faden, *Challengeria Thomsoni* Haeckel); Ch.-St. 289 (südlicher Pacifik, *Challengeria trifida* Haeckel); T.-St. 48 (Südäquatorialstrom, S. 2700—2400, ● ●, sehr derbwandige Form), 120, 121 (Westwindtrift, S. 600—450, ●, bezw. S. 500—350, ●, und S. 300—50, ● ●, in letzterem Fang nebeneinander runde, dünnschalige und ovale, dickschalige Formen), 132, 136 (antarktische Trift, S. 2500—1900, ●, bezw. S. 1500—900, ● ●, in letzterem Fang besonders dickwandige Exemplare), 169 (südlicher Indik, S. 400—300, ● ●, runde, dünnschalige Form), 228 (nördlicher Indik, S. 220—150, ●, klein, dünnschalig).

Verbreitung. In Bezug auf die horizontale Verbreitung stimmt *P. Thomsoni* im allgemeinen mit *Ch. Naresi* überein, wie sie denn sehr häufig mit dieser Art zusammen in den gleichen Fängen erbeutet wurde. Ihr Hauptverbreitungsgebiet scheint die Antarktis zu sein und von hier aus erstreckt sich ihre Verbreitung auch in die nördlicher gelegenen wärmeren Meeresgebiete. In der Antarktis wurde sie besonders zahlreich, wenn auch nicht ausschließlich in den tieferen Regionen (Schichten des Skoto- und Nyktoplanktons) angetroffen. Auch in einer tropischen Station (T.-St. 48) wurden mittelst eines sehr tief gehenden Schließnetzzuges verschiedene Individuen erbeutet. Es waren dies außerordentlich derbwandige Exemplare (darunter das in Fig. 389 abgebildete), dagegen wurden in den oberflächlichen Schichten des Indik nicht die typischen Formen, sondern kleinere, dünnschalige Exemplare gefischt. Weitere Untersuchungen werden ergeben, ob in Bezug auf die Verbreitung der verschiedenen Varietäten Regelmäßigkeiten bestehen.

P. tridens (Haeckel).

Taf. XLIX, Fig. 382 und 383.

Challengeria tridens Haeckel, Chall. Rep., p. 1651; Möbius, 1887, S. 122, Taf. VIII, Fig. 43, 44; Cleve, 1899, Aurivillius, 1899; Jörgensen, 1900.
Challengeria tridens Hensen, 1887.
Protocystis tridens Borgert, Nord. Trip., S. 29, Fig. 33; Nordgaard-Jörgensen, 1905, S. 141.

Schale eiförmig, leicht zusammengepreßt, sehr dünnwandig, mit sehr kleinen Porenräumen, in Oberflächenansicht leinwabig. Peristom kragenförmig, schräg abgestuft; Peristomfortsatz durch eine Nahtlinie getrennt, mit 3 divergierenden Zähnen; der mittlere, unpaare Zahn ist meistens länger als die seitlichen paarigen.

Schalenhöhe 0,07—0,14 mm (nach Haeckel 0,08—0,12). Die kleinsten Exemplare befanden sich auf den vom Byfjord (Norwegen) stammenden Präparaten, welche mir Herr Dr. Jörgensen gütigst zum Vergleich zur Verfügung gestellt hat.

P. tridens kommt in der Antarktis neben den Formen der *Swirei*-Gruppe vor, mit welchen sie in Bezug auf die Beschaffenheit des Peristoms eine große Aehnlichkeit hat. Insbesondere legt sich der Gedanke nahe, die *Protocystis tridens* mit der *P. acornis* artlich zu vereinigen, da sie zu letzterer etwa in ähnlichem Verhältnis steht, wie die extremen, dünnschaligen, großen Exemplare von *P. Swirei* zu den dickschaligen, kleinen Individuen derselben Art. Indessen ließen sich in dem mir vorliegenden Material keine Uebergangsformen zwischen der großen,

dünnschaligen *Protocystis tridens* und der meist viel kleineren, dickschaligen *P. acornis* feststellen, so daß ich bis auf weiteres an der artlichen Trennung beider Formen festhalte.

Fundorte: Nördlicher Atlantik, Färöer-Kanal (HAECKEL nach JOHN MURRAY, AURIVILLIUS); Skagerak (sehr zahlreich, HENSEN); Spitzbergen („sparingly", CLEVE); norwegische Fjorde (ziemlich häufig in allen Monaten, außer Januar und März, jedoch selten in größerer Individuenzahl, JÖRGENSEN, 1899); norwegische Westküste (im August in großer Zahl im Tiefenwasser, d. h. unter 50 m, auf der Höhe von Bergen, KNUDSEN); Ostgrönlandstrom, Westgrönlandstrom, Labradorstrom, Nördliches Eismeer (BORGERT).

Diesen nordischen Fundorten stehen gegenüber einige von der „Valdivia" in der Antarktis und im südlichen Indik gemachte Befunde: T.-St. 132 (S. 200—50, ●), 135 (S. 200—50, ● ●) 143 (S. 400—300, ●), 145 (S. 200—100, ●), 147 (S. 5000—4000, ●), 175 (südlicher Indik, S. 500 bis 400, ●).

Verbreitung. Nach der obigen Zusammenstellung ist *P. tridens* eine ausgesprochene bipolare Form, welche sich mit Ausnahme der eigentlichen Oberflächenschicht (Schicht des Phaoplanktons, 0—50 m) in allen Tiefen vorfindet. Auch JÖRGENSEN (1905) sagt, daß die Art wahrscheinlich „a northern temperate oceanic form" sei, und daß sie „frequent, though never numerous, as a rule only in deep water, up to 50 m" vorkomme.

b) *Swirei*-Gruppe.

Schale sphärisch oder eiförmig, höchstens mit leichter seitlicher Zusammenpressung, meist sehr dickwandig; Peristom schlank, durch eine deutliche Nahtlinie in Kragen und Fortsatz geschieden, dreizähnig. 0, 1 oder 2 Randstacheln.

P. acornis n. sp.

Taf. XLIX, Fig. 385.

Protocystis acornis V. HAECKER, 1906, S. 292, Taf. XI, Fig. 3.

Schale kugelig bis eiförmig, ohne Randstacheln, dickwandig mit leistenförmig vorspringenden, hexagonalen Porenumrahmungen. Peristom mit schräg abgestutztem Kragen und dreispitzigem, durch eine Nahtlinie deutlich abgegrenztem Fortsatz.

Schalenhöhe 0,7—0,8 mm.

P. acornis gehört höchst wahrscheinlich als kleinere dickschalige Varietät ebenso zu *P. tridens*, wie die beiden Varietäten von *P. Swirei* und die dick- und dünnschaligen Formen von *Ch. Naresi* und *P. Thomsoni* zu einander gehören. Da jedoch im antarktischen Material der „Valdivia" keine Zwischenformen vorgefunden wurden, so ist zunächst noch eine artliche Trennung geboten.

Fundorte: T.-St. 123 (Westwindtrift, oberhalb 200 m, ●), 127 (antarktische Trift, oberhalb 200 m, ●), 135 (antarktische Trift, S. 680—480, ●).

Verbreitung. Antarktische, vorwiegend knephoplanktonische Form.

P. Swirei (JOHN MURRAY).

Taf. XLIX, Fig. 384, 386, 390—391.

Challengeria swirei JOHN MURRAY, 1885, Narr. Chall. Exp., p. 226, Taf. A, Fig. 11; HAECKEL, Chall. Rep., p. 1654.
Hierzu vielleicht: *Challengeron pearceyi* HAECKEL, Chall. Rep., p. 1654, Taf. XCIX, Fig. 7.

Schale nahezu sphärisch oder leicht eiförmig, mit einem einzigen gestreckten, konischen Stachel am Scheitel, entweder dünnwandig, nahezu glatt mit deutlicher wabiger Schalenstruktur, oder dickwandig, mit leistenförmigen, hexagonalen Porenrahmen und undeutlicher Schalenstruktur. Peristom aus einem schräg abgestutzten Kragen und einem durch eine Nahtlinie begrenztem Fortsatz bestehend. Letzterer mit 3 spitzigen Zähnen, einem langen, unpaaren, terminalen und 2 paarigen, kürzeren, lateralen.

Größenmaße je eines aus dem gleichen Fange stammenden dünnschaligen und dickschaligen Exemplares:

	dünnschalige Form	dickschalige Form
Gesamtlänge	0,37 mm	0,33 mm
Apikalstachel	0,1 „	0,1 „
Schalenlänge ohne Peristomkragen	0,15 „	0,13 „
Peristomkragen und Peristomfortsatz	0,12	0,1 „

(Die HAECKEL'schen Exemplare waren noch wesentlich kleiner als die dickschaligen Formen der „Valdivia"-Ausbeute.)

Varianten. *P. Swirei* tritt in einer dickschaligen und dünnschaligen Varietät auf. Die beiden Varietäten kommen im gleichen Gebiete vor und sind durch Zwischenformen miteinander verbunden, so daß hier an der artlichen Zusammengehörigkeit nicht gezweifelt werden kann. Da die beiden Formen überdies in den nämlichen Stufenfängen, und zwar sowohl in mehr oberflächlichen Schichten, als auch in bedeutenden Tiefen (S. 600—500), nebeneinander erbeutet wurden, so konnte nicht, wie bei *Challengeron armatum*, der Nachweis geführt werden, daß es sich um Vertikalrassen handelt. Möglicherweise kommt hier, wie bei manchen anderen Challengeriden, in der verschiedenen Größe und Struktur der Schale ein Saison-Dimorphismus zum Ausdruck.

Fundorte: Ch.-St. 157 (Antarktis, Oberfläche, gemein), T.-St. 123 (Antarktis, S. 400 bis 250, ●●, dickschalig, einzelne dünnschalig; P. 200, ●●, dickschalig), 135 (Antarktis, S. 200 bis 50, ●●; Antarktis, S. 680—480, ○○), 142 (Antarktis, S. 700—600, ●●; S. 600—500, ●●, dickschalig und dünnschalig), 143 (Antarktis, S. 400—300, ●●, zahlreiche dickschalige, einzelne große dünnschalige; S. 300—200, ●●, dickschalig und dünnschalig; S. 200—100, ●●; S. 100 bis 0, ●), 145 (Antarktis, S. 200—100, ●●●; S. 60—40, ●●, „häufig" nach Tb.[1]); S. 40—20, fehlend nach Tb.), 147 (Antarktis, S. 5000—4000, ●●, zum Teil mit 2 Centralkapseln), 149 (Antarktis, P. 200, ●●), 151 (Antarktis, S. 200—100, ●; S. 100—10, fehlend nach Tb.), 169 (südlicher Indik, S. 100—40, fehlend nach Tb.; S. 40—20, ●, nach Tb.; S. 20—0, fehlend nach Tb.), 172 (südlicher Indik, P. 200, ●), 175 (südlicher Indik, S. 500—400, ●●).

Verbreitung. Ausgesprochen antarktische und vorwiegend knephoplaktonische Form, welche aber auch in bedeutenden Tiefen in lebenden Exemplaren gefunden wurde. Möglicherweise trifft das Herabsinken in tiefere Horizonte mit der vegetativen Vermehrung zusammen (s. oben S. 251).

Protocystis bicornis n. sp.

Taf. XLIX, Fig. 387.

? *Challengeron richardsii* HAECKEL, Chall. Rep., p. 1655, Taf. XCIX, Fig. 8.
Protocystis bicornis V. HAECKER, 1906, S. 293, Taf. XI, Fig. 4.

1) „Tb." das an Bord geführte Tagebuch.

Schale nahezu sphärisch, wenig zusammengepreßt, am aboralen Rande mit zwei divergierenden, kräftigen, geraden Stacheln, welche ungefähr die Länge des Schalenhalbmessers besitzen. Schalenwandung dick, mit verhältnismäßig großen Porenräumen und leistenförmig vorspringenden, hexagonalen Porenrahmen. Peristom mit schräg abgestutztem Kragen und kurzem, dreispitzigem, durch eine deutliche Nahtlinie begrenztem Aufsatz.

Höhe der Schale 0,1 mm; Länge des Peristomfortsatzes 0,03 mm.

Diese Form stimmt in Bezug auf ihr Vorkommen, sowie den allgemeinen Habitus und die Struktur der Schale vollkommen mit *P. acornis* und *Swirei* überein, mit letzterer auch hinsichtlich der massiven Beschaffenheit der Apikalstacheln. Unterschieden ist sie von letzterer, abgesehen von der Zweizahl der Apikalstacheln, durch die geringere Größe und die Kürze des Peristomaufsatzes. Man könnte geneigt sein, *P. bicornis* mit dem in der Antarktis (Ch.-St. 157, Oberfläche) gefischten *Challengeron Richardsii* HAECKEL zu vereinigen, jedoch ist die Schale bei *P. bicornis* nicht zusammengedrückt, der Peristomaufsatz ist kürzer und die Schale ganz wesentlich kleiner (bei *Ch. Richardsii* 0,2—0,25 mm).

Fundorte: T.-St. 127 (Antarktis, P. 200, ●), 133 (Antarktis, S. 3300—2700, ● ●), 135 (Antarktis, S. 680—480, ○), 142 (Antarktis, S. 700—600, ● ●), 143 (Antarktis, S. 300—200, ● ●; S. 200—100, fehlend; S. 100—0, fehlend), 145 (Antarktis, S. 200—100, ●; S. 60—40 und 40—20, fehlend), 147 (Antarktis, S. 5000—4000, ● ●), 149 (Antarktis, P. 200, ● ●), 151 (Antarktis, S. 300—200, ●, vereinzelt nach Tb.; S. 200—100, ●, selten nach Tb.; S. 100—10, fehlend nach Tb.), 220 (nördlicher Indik, P. 200, ●, 1 Exemplar).

Verbreitung. Im ganzen antarktische Form, mit ähnlicher Horizontal- und Vertikalverbreitung wie *P. Swirei*, jedoch seltener und anscheinend mehr in der Tiefe verbreitet, also skotoplanktonisch. Ein auffälliger Befund im nördlichen Indik (T.-St. 220, P. 200) steht vorläufig isoliert da.

c) *Macleari*-Gruppe.

Schale ziemlich stark zusammengedrückt, mit nahezu kreisförmigem oder dreieckigem Umriß oder leicht spiralig eingerollt, mit kurzem, gedrungenem, dreilappigem Peristomfortsatz, welcher einen mächtig entwickelten Palissadenkörper erhält. 0, 1 oder 2 Randstacheln.

Protocystis Macleari JOHN MURRAY.

Taf. L, Fig. 410.

Challengeria macleari JOHN MURRAY, 1885 (partim), Narr. Chall. Exp., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 3; HAECKEL, 1887, Chall. Rep., p. 1651.

Protocystis gravida BORGERT, 1903, S. 741, Fig. Ga und Gb.

Schale in Flächenansicht annähernd kreisförmig („Challenger"-Original) oder leicht spiralig eingerollt, der Dreiecksform sich nähernd („National"- und „Valdivia"-Exemplare), in der Regel dickwandig, grobwabig, seltener außerordentlich dünnwandig und feinporig. Peristomfortsatz kräftig und kürzer als die halbe Schalenlänge, schräg über die Oeffnung geneigt, mit 3 dicken, lappenförmigen Zähnen, einem mittleren, nach derselben Seite umgebogenen und 2 seitlichen, etwa ebenso großen, nach vorn oder etwas nach außen gerichteten.

Schalenhöhe ohne den Peristomfortsatz (parallel zur dorsalen Kante gerechnet) 0,25 mm („Valdivia“-Exemplare); nach Haeckel 0,25—0,35, nach Borgert 0,20—0,23 mm.

Ich vereinige die Murray'sche (nahezu kreisförmige) *Challengeria Macleari* mit der Borgert'schen (fast dreieckigen) *Protocystis gravida*, weil mir bei der sonstigen großen Uebereinstimmung in der Struktur und Größe, sowie in der geographischen Verbreitung die Unterschiede im Schalenumriß zu geringfügig erscheinen, um eine artliche Trennung zu rechtfertigen. Von der folgenden Borgert'schen Art *Protocystis tridentata* ist *Ch. Macleari* durch die bedeutendere Größe, die derbere Beschaffenheit des Peristomfortsatzes und seiner Zähne, sowie meistens durch die derbere Schalenstruktur unterschieden. Von einzelnen stachellosen Exemplaren von von *Challengeria Tizardi* ist *Ch. Macleari* nur durch die wesentlich verschiedene Schalenform und die Richtung der Zähne unterschieden. Vielleicht machen spätere Befunde eine Vereinigung aller dieser Formen nötig.

Fundorte: Ch.-St. 325—332 (südlicher Atlantik, *Ch. Macleari*); Sargassosee, Guineastrom (Borgert, *P. gravida*); T.-St. 48 (Südäquatorialstrom, S. 2700—2400, ● ●, mehrere grobwabige und ein feinporiges Exemplar); 173 (südlicher Indik, V., ●, 1 feinporiges Exemplar).

Verbreitung. Nach dem bisherigen Material Warmwasserform.

P. tridentata Borgert.

Taf. L, Fig. 404.

Protocystis tridentata Borgert, 1903, S. 742, Fig. H.

Schale stark zusammengedrückt, in der Flächenansicht dreieckig mit stark abgerundeten Ecken, dünnwandig und außerordentlich feinwabig. Peristomfortsatz schräg über die Schalenöffnung geneigt, rinnenförmig, ein Drittel bis halb so lang wie die Schale, mit 3 schlanken, spitzigen Zähnen, einem mittleren, nahezu aufrecht stehenden und 2 seitlichen, fast horizontal oder ein wenig nach außen gerichteten.

Schalenhöhe ohne den oralen Fortsatz 0,11 mm (nach Borgert 0,10—0,18). Schaleninhalt (nach einer Skizze von Woltereck) grüngelb mit schwärzlichen Ballen.

Fundorte: Sargassosee (1100—900 und 3000—2800, ? ●, Borgert); T.-St. 27 (canarische Strömung, S. 2300—2000, ●, nach einer Zeichnung von Woltereck), 220 (nördlicher Indik, S. 2200—2800, ●).

Verbreitung. Nach den bisherigen Fundorten Warmwasser- und Tiefenform.

P. Tizardi John Murray.

Taf. L, Fig. 405, 406, 412.

Challengeria tizardi John Murray, 1885, Narr. Chall. Exp., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 7, 7a—b.
Challengeron tizardi Haeckel, 1887, Chall. Rep., p. 1656.
Hierher wahrscheinlich: *Challengeria trigona* Haeckel, Chall. Rep., p. 1652.

Schale stark zusammengedrückt, nahezu gleichseitig-dreieckig, mit leicht konvexer Aboralseite, konvexer oder gestreckter Dorsal- und konvexer, gestreckter oder sogar leicht konkaver Ventralseite. Schalendicke wechselnd, Schalenstruktur ziemlich grobwabig. Die beiden Aboralecken mit je einem Randstachel. Es können aber auch einer oder beide

fehlen. Peristomfortsatz kurz und kräftig, mit 3 spitzigen, lappenförmigen Zähnen, deren äußere Ränder nahezu horizontal gerichtet sind.

Schalendurchmesser (als Senkrechte auf der Aboralseite gemessen) 0,25—0,33 mm (nach HAECKEL 0,22—0,3 mm).

Varianten. Im „Valdivia"-Material fanden sich in den gleichen Fängen nebeneinander sehr verschieden gestaltete Schalenformen, und ebenso Exemplare mit 2, 1 und 0 Randstacheln, welch letztere mit *Challengeria trigona* HAECKEL durchaus übereinstimmen. Da sich auch im „Challenger"-Material *Ch. Tizardi* und *trigona* an den gleichen Stationen vorfanden, so zweifle ich nicht an der Artübereinstimmung.

Fundorte: Ch.-St. 332—335 (südlicher Atlantik. *Ch. Tizardi* und *Ch. trigona*); T.-St. 66 (Golf von Guinea, S. 500—350, ●), 121 (Westwindtrift, S. 2500—1900, ●); 220 (nördlicher Indik, S. 2800—2200, ● ●), 221 (nördlicher Indik, S. 1600—1000, ● ●), 227 (nördlicher Indik, S. 1000 bis 800, ●, S. 800—600, ●, S. 600—400, ● ●, mit und ohne Randstacheln), 228 (nördlicher Indik, S. 320—250, ●), 229 (nördlicher Indik, S. 1600—1400, ● ○, S. 1000—800, ● ●, mit und ohne Randstacheln, S. 800—600, ●, mit 1 Randstachel, S. 600—400, ●, ohne Randstachel).

Verbreitung. *P. Tizardi* wurde bisher vorwiegend im südlichen Atlantik und im nördlichen Indik gefunden. Nur ein einziges Mal (T.-St. 121) wurde sie südlich des 40. Grades südlicher Breite angetroffen. Sie hat also im allgemeinen den Charakter einer Warmwasserform. Sehr nahe verwandte Formen wurden im Pacifik erbeutet: *Challengeron Fergusoni* HAECKEL (Chall. Rep., p. 1656, Taf. XCIX, Fig. 9) und *Ch. triangulum* HAECKEL (Chall. Rep., p. 1656, Taf. XCIX, Fig. 10), erstere in Ch.-St. 224 (westlicher tropischer Pacifik), letztere in Ch.-St. 244—253 (nördlicher Pacifik). Was die Vertikalverbreitung anbelangt, so ist *P. Tizardi* als eine vorwiegend skotoplanktonische, teilweise aber noch nyktoplanktonische Form zu betrachten.

d) *varians*-Gruppe.

Schale in Flächenansicht kreisförmig, stark zusammengedrückt. Peristom schlank, zwei-, bei einzelnen Exemplaren dreizähnig. 0 oder 2 Randstacheln.

Protocystis varians BORGERT.

Taf. L, Fig. 394.

? *Challengeria havergalli* JOHN MURRAY, 1885, Narr. Chall. Exp., Vol. I, Taf. A, Fig. 13; HAECKEL, Chall. Rep., p. 1651.

Protocystis varians BORGERT, 1903, S. 740, Fig. F.

Schale nahezu kreisförmig oder eiförmig, linsenartig zusammengedrückt. Peristomfortsatz schlank, etwa so lang wie der Schalenradius (nach HAECKEL bei *Ch. Havergalli* beinahe so lang wie die Schale), unter einem Winkel von 60—70° über die Schalenöffnung geneigt, bei den „Valdivia"-Exemplaren mit zwei, seltener mit drei (einem unpaaren mittleren und 2 seitlichen) Zähnen.

Charakteristisch ist für die mir vorliegenden Exemplare die außerordentlich feine Wabenstruktur der Schale, welcher unter den Challengeriden nur diejenige von *Heliochallengeron Channeri* annähernd gleichkommt. Da beim konservierten Material ein größerer oder kleinerer

Teil der Porenräume mit Luft gefüllt ist, so erscheint die Schale, ebenso wie die von *H. Channeri*, in charakteristischer Weise mit winzigen schwarzen Pünktchen besät.

Höhe der Schale ohne den Peristomfortsatz bei den indischen Exemplaren 0,175—0,2 mm (nach HAECKEL bei *Ch. Havergalli* 0,1—0,15, nach BORGERT bei *Protocystis varians* 0,155 bis 0,175 mm); Länge des Peristomfortsatzes 0,055—0,065 mm (nach HAECKEL 0,08—0,12 mm).

Die zahlreichen mir vorliegenden Exemplare stimmen bezüglich der Form und Größe der Schale, sowie hinsichtlich der Beschaffenheit des Peristomaufsatzes und der Variabilität seiner Zähne recht gut mit *Protocystis varians* BORGERT überein. Entscheidend würde die Beschaffenheit der Schalenstruktur sein, worüber sich bei BORGERT keine Angaben finden. Ob auch die MURRAY'sche *Challengeria Havergalli* hierher gehört, erscheint angesichts der Verschiedenheiten in Bezug auf die absoluten und relativen Größenmaße von Schale und Peristomaufsatz nicht ganz sicher.

Fundorte: Guineastrom (Tiefe 200—400 m, BORGERT); ?Ch.-St. 300 (südlicher Pacifik, *Challengeria Havergalli*); T.-St. 170 (südlicher Indik, S. 1700—1000, ●; S. 300—200, ● ●; S. 200—100, ●), 171 (südlicher Indik, P. 200, ●, 1 Exemplar), 172 (südlicher Indik, S. 1850—1600, ●, nach Tb[1]); P. 200, ● ●), 175 (südlicher Indik, S. 500—400, ●, nach Tb.; S. 400—300, ●, nach Tb.).

Verbreitung. Anscheinend pamplanktonische Warmwasserform.

P. Balfouri (JOHN MURRAY).

Taf. L, Fig. 395.

Challengeria balfouri JOHN MURRAY, Narr. Chall. Exp., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 10.

Challengeron balfouri HAECKEL, Chall. Rep., p. 1655; MÖBIUS, 1887, S. 122, Taf. VIII, Fig. 45; BORGERT, Nord. Trip., 1901, S. 31, Fig. 37; ders., 1903, S. 743.

Schale annähernd kreisrund, stark seitlich komprimiert, mit zwei kurzen, weit voneinander abstehenden Stacheln am aboralen Schalenrande, von mittlerer Wanddicke und Porenweite. Peristomfortsatz schlank, rinnenförmig, etwas über die Schalenöffnung geneigt, mit zwei schlanken Zähnen.

Schalendurchmesser (vom aboralen zum oralen Pol) 0,2—0,21 mm (nach HAECKEL 0,08—0,16).

Fundorte: Ch.-St. 353—354 (nördlicher Atlantik, Hebriden, Oberfläche); Guineastrom (S. 450—650, ? ●, BORGERT); T.-St. 41, 43 (Guineastrom, P. 200, ●), 48 (Südäquatorialstrom, S. 280—130, ●; S. 2700—2400, ◌), 66 (Golf von Guinea, S. 700—600, ● ◌, 1 Exemplar mit 2 Centralkapseln; S. 500—350, ● ●), 120 (Antarktis, S. 600—450, ●), 168 (südlicher Indik, P. 200, ●), 172 (südlicher Indik, S. 1850—1600, ●), 173 (südlicher Indik, S. 3300—2700, ◌), 175 (südlicher Indik, S. 500—400, ●) 229 (nördlicher Indik, S. 600—400, ●).

Verbreitung. Im ganzen wohl pamplanktonische Warmwasserform.

e) *Harstoni*-Gruppe.

Schale spiralig eingerollt, mit rundlichem oder drei- bis viereckigem Umriß. Peristom zweizähnig. Kein Randstachel.

1) „Tb." das an Bord geführte Tagebuch.

In der *Harstoni*-Gruppe sind alle diejenigen Formen zusammenzustellen, bei welchen erstens die dorsale Schalenwandung die ventrale dermaßen überragt, daß die Schale ein mehr oder weniger spiraliges Aussehen bekommt, und zweitens unabänderlich zwei Peristomzähne vorhanden sind.

In Bezug auf die Abgrenzung und die Nomenklatur der hierher gehörigen Formen herrscht in der Litteratur eine ziemliche Verwirrung, so daß bisher auch hinsichtlich der horizontalen und vertikalen Verbreitung derselben keine bestimmten Anhaltspunkte gewonnen werden konnten. Ich sah mich daher genötigt, auch hier eine stückweise Untersuchung und insbesondere Zeichnung der in der „Valdivia"-Ausbeute vorgefundenen Exemplare vorzunehmen, und bin auf Grund eines Vergleichs mit norwegischen, von Herrn Kollegen Jörgensen mir gütigst zugestellten Exemplaren zu einer bestimmten Abgrenzung der einzelnen Formen und zur Feststellung ihrer geographischen Verbreitung gelangt. Historisch ist zunächst folgendes vorauszuschicken:

Zum ersten Mal ist von Wallich (1869) eine höchst wahrscheinlich hierher gehörige, in nordatlantischen Bodenablagerungen aufgefundene Form beschrieben und mit der Bezeichnung *Protocystis aurita* belegt worden. Welche der heute genauer bekannten Arten Wallich vorgelegen hat, läßt sich nicht feststellen, jedenfalls ist aber Borgert (1901, 1903) im Recht, wenn er dafür eintritt, daß diejenige Abteilung der Challengeriden, zu welcher die *Harstoni*-Gruppe zu stellen ist, den Gattungsnamen *Protocystis* zu führen hat.

Sodann hat John Murray im Challenger Narrative unter der Bezeichnung *Challengeria harstoni* zwei Formen zusammengefaßt, von welchen wenigstens die eine durch die Murray'sche Zeichnung (Taf. A, Fig. 14) gut charakterisiert ist und auch die andere (Taf. A, Fig. 14 a) mit einiger Wahrscheinlichkeit bestimmt werden kann. Haeckel (Chall. Rep., p. 1649 f.) hat dann die beiden Formen getrennt und die tropisch-atlantische, größere, dreieckige Form als *Challengeria sloggettii*, die nord-pacifische, kleinere, rundliche Form als *Ch. harstoni* bezeichnet.

Beide Formen fanden sich auch im „Valdivia"-Material wieder und waren gut auseinanderzuhalten sowohl nach geographischer Verbreitung als nach den Größenverhältnissen und der Gesamtform der Schale. Auf Grund dieses Materials glaube ich nun bezüglich der Angaben der übrigen Autoren folgendes sagen zu können:

Mit *Challengeria harstoni* Haeckel fallen ziemlich sicher zusammen: die von Hensen (1887) und Möbius (1887) als *Challengeria Thomsonii* beschriebenen und von ersterem photographisch dargestellten, ferner die von Cleve (1899) und Jörgensen (1899) als *Challengeria harstoni* und die von Borgert (1901) als *Protocystis harstoni* bezeichneten Formen, welche sämtlich den nördlichsten Teilen des Atlantik und dem Nördlichen Eismeer entstammen. Wahrscheinlich gehört hierher auch die Borgert'sche *Protocystis nautiloides* aus der Sargassosee (Borgert, 1903).

Mit der tropisch-atlantischen *Challengeria sloggettii* Haeckel dagegen ist vermutlich die Borgert'sche Art *Protocystis alata* (Borgert, 1903) zu vereinigen, welche dem Guineastrom entstammt und durch die flügelartigen Verbreiterungen des Peristomfortsatzes gekennzeichnet ist. Bei den mir vorliegenden *Sloggetti*-Exemplaren war wenigstens in vielen Fällen eine solche flügelartige Verbreitung auch in Flächenansicht deutlich zu erkennen.

Auf Grund des „Valdivia"-Materials läßt sich nun ferner eine genauere geographische Abgrenzung der beiden Formen vornehmen. Typische Exemplare von *Challengeria Sloggetti* wurden nämlich von der „Valdivia" ausschließlich in tropisch-atlantischen und namentlich tropisch-indischen

Stationen, typische Exemplare von *Ch. Harstoni* ausschließlich in antarktischen Stationen gefischt. Daraus ergiebt sich ohne weiteres, daß *Ch. Sloggetti* im wesentlichen eine Warmwasserform, *Ch. Harstoni* eine bipolare Kaltwasserform ist. Eine dritte im „Valdivia"-Material aufgefundene, der Antarktis entstammende Art ist neu (*P. micropelecus*).

P. Harstoni JOHN MURRAY.

Taf. L, Fig. 397 u. 398.

Challengeria harstoni JOHN MURRAY, 1885, Narr. Chall. Exp., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 14a; HAECKEL, 1887, Chall. Rep., p. 1650.

Challengeria Thomsoni HENSEN, 1887, Taf. VI, Fig. 70—72 (3 sehr charakteristische Photographien); MÖBIUS, 1887, S. 121.

Challengeria harstonii CLEVE, 1899; JÖRGENSEN, 1899.

Protocystis harstoni BORGERT, 1901, S. 28, Fig. 30; JÖRGENSEN, 1905.

? *Protocystis nautiloides* BORGERT, 1903, S. 738, Fig. Da und Db.

Schale in Seitenansicht annähernd kreisrund, seltener dreieckig, etwas abgeplattet. Die dorsale Schalenwand überragt dachfensterförmig die ventrale, so daß die Schale ein spiraliges Aussehen besitzt und an den bekannten Lias-Ammoniten *Amaltheus margaritatus* mit seinem „Rückenfortsatz" erinnert. Schalenmündung von zwei parallelen oder gabelschwanzartig angeordneten Zähnen überragt.

Schale ziemlich grobwabig, beinahe glatt (vergl. die HENSEN'schen Photogramme, 1887, Taf. VI, Fig. 71 u. 72).

Höhe der Schale mit den Zähnen bei den antarktischen Exemplaren 0,13—0,18 mm (bei nordpacifischen Exemplaren beträgt nach HAECKEL der Schalendurchmesser 0,15—0,18 mm, die Länge der Zähne 0,04—0,05; bei norwegischen Exemplaren beträgt die Gesamtschalenlänge einschließlich der Zähne nach JÖRGENSEN 0,133, bei *Protocystis nautiloides* nach BORGERT 0,098 bis 0,15 mm).

Varianten. Nahezu sämtliche in der Antarktis gefundenen Exemplare zeigen einen ziemlich einheitlichen Typus, für welchen die rundliche Form und die stark spiralige Aufrollung der Schale, sowie die gabelschwanzartige Beschaffenheit des Peristomfortsatzes charakteristisch ist. Nur selten (St. 139, Pl. 200) fanden sich dazwischen Exemplare (var. *triangula*) mit dreieckigem Schalenumriß, ähnlich dem von *Ch. Sloggetti*. Mit den mir von Herrn Kollegen JÖRGENSEN übersandten norwegischen Exemplaren stimmen die antarktischen in Bezug auf Größe, Form und Struktur der Schale, sowie Beschaffenheit der Peristomflügel vollkommen überein, so daß an der artlichen Uebereinstimmung nicht gezweifelt werden kann.

Fundorte: Ch.-St. 231 (nördlicher Pacifik, HAECKEL); nördlicher Teil des Atlantischen Oceans, insbesondere norwegische Fjorde (seltener als *Ch. tridens*, immer einzeln, JÖRGENSEN); Nördliches Eismeer bei Spitzbergen (CLEVE); Sargassosee (*Protocystis nautiloides*, BORGERT); T.-St. 123 (Antarktis, S. 300—250, ●; P. 200, ●), 127 (Antarktis, P. 200, ●), 132 (Antarktis, S. 200—50, ●), 135 (Antarktis, S. 200—50, ●●; S. 680—480, ●, sehr dickschalig), 139 (Antarktis, P. 200, ●, 3 Exemplare, darunter 1 var. *triangula*), 142 (Antarktis, S. 600—500, ●, 1 Exemplar mit 2 Centralkapseln), 143 (Antarktis, S. 300—100, ●; S. 100—0, ●), 145 (Antarktis, S. 200—100, ●), 147 (Antarktis, S. 5000—4000, ● ○), 149 (Antarktis, P. 200, ●), 151 (Antarktis, S. 400—300, ●, nach Tb.; S. 200—100 ●, nach Tb.).

Verbreitung. *P. Harstoni* ist allem Anschein nach eine ausgesprochen bipolare Kaltwasserform. In den wärmeren Meeren wird sie vertreten durch die ihr sehr nahestehende *Ch. Sloggetti.*

Die Vertikalverbreitung ist wie bei den meisten Kaltwasserformen eine sehr ausgedehnte, indem *Ch. Harstoni* vorzugsweise in den Oberflächenschichten, außerdem aber auch in allen tieferen Horizonten bis herab zur Zone 5000—4000 m in einzelnen lebenden Exemplaren angetroffen wurde. Im ganzen dürfen wir sie allerdings als knephoplantonisch bezeichnen.

P. Sloggetti HAECKEL.

Taf. L, Fig. 401 u. 402.

Challengeria harstoni JOHN MURRAY (partim), 1885, Narr. Chall. Exp., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 14.
Challengeria sloggettii HAECKEL, 1887, Chall. Rep., p. 1649, Taf. XCIX, Fig. 4.
Protocystis alata BORGERT, 1903, S. 739, Fig. Ea u. Eb.

Schale meist ausgesprochen dreieckig, mit abgerundeten aboralen Ecken, seltener der Kreisform sich nähernd; stark zusammengepreßt.

Die dorsale Schalenwandung überragt die ventrale und bildet einen dachfensterförmigen Peristomaufsatz, welcher in zwei kurze Zähne ausläuft, die in der Richtung der Schalenwandung stehen. Die Seitenränder des Aufsatzes sind vielfach flügel- oder backenartig verbreitert (*Protocystis alata!*).

Schale ziemlich dickwandig, außen glatt, mit verhältnismäßig feiner Wabenstruktur.

Schalenhöhe einschließlich der Zähne (parallel zur dorsalen Schalenkante gemessen) meist 0,21—0,22 mm, bei den kleinsten atlantischen Exemplaren 0,2, bei den größten indischen 0,33 (nach HAECKEL beträgt der Schalendurchmesser 0,2—0,3 mm; nach BORGERT beträgt die Schalenlänge der *Protocystis alata* einschließlich der Zähne nur 0,17—0,185 mm); Länge des Peristomfortsatzes (vom proximalen Ende des Palissadenkörpers bis zur Spitze) 0,05—0,06 mm.

Fundorte: Ch.-St. 347, 348 (tropischer Atlantik, HAECKEL); Guineastrom (*Protocystis alata*, sehr kleine Exemplare, BORGERT); T.-St. 48 (Südäquatorialstrom, S. 2700—2400, ○, 1 großes, rundliches Exemplar), 66 (Golf von Guinea, S. 500—350, ●, kleine Exemplare), 218 (nördlicher Indik, S. 2040—1800, ○), 220 (nördlicher Indik, S. 2800—2400, ○), 221 (nördlicher Indik, S. 1600—1000, ●, sehr große, rundliche Exemplare; S. 180—145, ●), 227 (nördlicher Indik, S. 800 bis 600, ●, S. 600—400, ●, große, rundliche Exemplare), 229 (nördlicher Indik, S. 1600—1400, ●, nach Tb.; S. 1000—800, ●; S. 800—600, ●, nach Tb.; S. 600—400, ●, vereinzelt nach Tb.), 236 (nördlicher Indik, S. 180—130, ●; S. 120—100, ●), 237 (nördlicher Indik, S. 4900—4600, ○, 1 sehr großes, rundliches Exemplar mit etwas Phäodium).

Verbreitung. Nach der Gesamtheit der Fundstellen darf *P. Sloggetti*, im Gegensatz zu *P. Harstoni*, als eine Bewohnerin der wärmeren Gebiete des Atlantik und Indik, und demnach als typische Warmwasserform bezeichnet werden.

Sie kommt sowohl in der Zone des Knephoplanktons (St. 221, 236) als auch in größeren Tiefen vor. Indessen weist die beträchtliche Dickwandigkeit ihrer Schale und ebenso ihr verhältnismäßig häufiges Vorkommen in den Stufen 1000—800, 800—600, 600—400 darauf hin, daß es sich um eine wesentliche skotoplanktonische Form handelt und daß wir sie dem-

nach als eine in den wärmeren Meeren in größere Tiefen herabgestiegene und demnach zu bedeutenderen Dimensionen und erheblicherer Schalendicke gelangte vikarierende Form von *Ch. Harstoni* zu betrachten haben.

P. micropelecus n. sp.

(Πέλεκυς, Beil, Axt.)

Taf. L, Fig. 403.

Protocystis micropelecus V. Haecker, 1906, S. 298, Taf. XI, Fig. 5.

Schale in Flächenansicht drei- bis vierseitig, mit sehr langem, häufig leicht geschwungenem, zweizähnigem Peristomfortsatz.

Schale sehr dickwandig, grobporig.

Höhe der Schale, einschließlich des Peristomfortsatzes (parallel zur dorsalen Wandung gemessen) 0,27—0,32 mm; Länge des Peristomfortsatzes (vom proximalen Ende des Palissadenkörpers bis zur Spitze) 0,11—0,12 mm.

Ch. micropelecus unterscheidet sich von der gleichseitig-dreieckigen oder rundlichen *Ch. Sloggetti* zunächst durch die ausgeprägte Beilform. Die dorsale und aborale Seite sind ungefähr gleichlang und meist ausgesprochen geradlinig, die ventral-aborale Ecke ist meist abgestumpft und bildet so eine vierte Seite, die Schneide des Beiles. Einen weiteren Unterschied bildet die Länge des Peristomfortsatzes, der den Peristomfortsatz gleichgroßer *Sloggetti*-Exemplare um das Doppelte übertrifft, sowie die vielfach leicht geschwungene Form desselben. Endlich ist *Ch. micropelecus* beträchtlich dickwandiger als *Ch. Sloggetti.* Uebergänge zwischen beiden Formen wurden nicht gefunden, dagegen erinnern einzelne kleine, dreieckige Exemplare der *Ch. Harstoni* entfernt an die neue Art. Während also *Ch. Harstoni* und *Sloggetti* zusammen einen die warmen und kalten Gebiete deckenden Formenkreis darstellen, ist *Ch. micropelecus* als eine hochspecialisierte und örtlich beschränkte, antarktische Seitenform zu betrachten.

Fundorte: T.-St. 123 (S. 400—250, ●), 133 (S. 3300—2700, ●), 135 (S. 680—480, ● ●), 139 (P. 200, ● ●), 142 (S. 500—600, ● ●; V. 1000, ○), 147 (S. 5000—4000, ●, 1 sehr dickschaliges Exemplar), 149 (P. 200, ●). Sämtliche Fundorte in der Antarktis.

Verbreitung. Antarktische, pamplanktonische Form.

f) *Murrayi*-Gruppe.

(Subg. *Challengeromma* Haeckel.)

Schale subsphärisch, in Flächenansicht kreisförmig. Peristom in die Breite gezogen, mit mehreren, in zwei Gruppen angeordneten, zahn- oder flügelförmigen Anhängen. Im ganzen Habitus schließen sich die hierher gehörigen Formen an die *Harstoni*-Gruppe, insbesondere an die mit seitlichen Peristombacken oder -flügeln versehene *Ch. Sloggetti* an.

Protocystis Murrayi Haeckel.

Taf. L, Fig. 409, 411.

Challengeria murrayi Haeckel, Chall. Rep., p. 1653, Taf. XCIX, Fig. 1.

Schale subsphärisch, in Flächenansicht nahezu kreisrund, zuweilen leicht spiralig eingerollt; sehr dickwandig, grobwabig, zuweilen mit kleinen, den Porenkammern entsprechenden

Vorwölbungen. Peristomfortsatz in die Breite gezogen, mit zwei dreizähnigen Flügeln.

Schalendurchmesser 0,19—0,22 mm (nach HAECKEL 0,15 mm).

Fundorte: Ch.-St. 231 (nordwestlicher Pacifik, südliches Japan); T.-St. 16 (Golfstrom, S. 1850—1550, ●●), 48 (Südäquatorialstrom, S. 2700—2400, ●●).

Verbreitung: ? Warmwasser- und Tiefenform.

P. thyroma n. sp.

(Θυρώματα, Flügelthür.)

Taf. L, Fig. 407.

Protocystis thyroma V. HAECKER, 1906, S. 299, Taf. XI, Fig. 6.

Schale nahezu sphärisch, dickwandig, grobwabig, glatt. Peristomfortsatz in die Breite gezogen, jederseits mit einem dorsalen, schlanken Zahn und einem lateralen, viereckigen Flügel versehen.

Schalendurchmesser 0,22 mm.

Einziger Fundort: T.-St. 221 (nördlicher Indik, S. 1600—1000, ●).

P. tuba n. sp.

Taf. L, Fig. 408.

Protocystis tuba V. HAECKER, 1906, S. 299, Taf. XI, Fig. 7.

Schale subsphärisch. Peristom trompetenförmig erweitert, mit 2 der ventralen Fläche des Peristomsaumes aufsitzenden Zähnchen.

Schale sehr dickwandig, grobwabig.

Schalendurchmesser ohne Peristom 1,3 mm, mit Peristom 1,9 mm.

Einziger Fundort: T.-St. 220 (nördlicher Indik, S. 2800—2200,), 1 Exemplar).

4. Gattung. *Challengerosium* (HAECKEL).

Schale linsenförmig, mit tiefer labialer Einschnürung und zwei kurzen, breiten, klauenartigen Zähnen. Zahl der Randstacheln wechselnd, jedoch meist mehr als 3 betragend.

Challengerosium Bethelli JOHN MURRAY.

Taf. LI, Fig. 423, 424, 428.

Challengeron bethelli JOHN MURRAY, 1885, Narr. Chall., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 6; HAECKEL, Chall. Rep., p. 1658.

Schale annähernd kreisförmig, stark linsenartig zusammengedrückt, am Rande mit 12—26 (nach HAECKEL 20—30) kurzen, konischen Radialstacheln, welche vorzugsweise an der ventralen Hälfte der Schale sitzen, seltener auf den aboralen Abschnitt der dorsalen Hälfte übergreifen. Peristom mit einer tiefen labialen Einschnürung und zwei parallelen, breiten, dreieckigen Zähnen, deren äußerer Rand nahezu tangential gerichtet ist.

Schalendicke und Schalenstruktur wechselnd.

Schalendurchmesser (ohne Peristomfortsatz) 1,8—2,4 mm (nach Haeckel 0,2 bis 0,25 mm).

Varianten. In einem Fall (St. 237) wurde ein ziemlich dickschaliges Exemplar mit nur 5 Randstacheln (Fig. 423), und ferner in St. 218 zwischen typischen *Bethelli*-Exemplaren die gleichfalls ziemlich dickwandige Schale eines nur 1,6 mm großen Exemplares gefunden, welches gar keine Randstacheln besaß (Fig. 424).

Fundorte: Ch.-St. 238, 241 (nördlicher Pacifik, Höhe von Japan); T.-St. 182 (indischer Südäquatorialstrom, S. 800—500, ●), 218 (nördlicher Indik, S. 2040—1800, ○○), 221 (nördlicher Indik, S. 1600—1000, ●●), 227 (nördlicher Indik, S. 1000—800, ●; S. 800—600, ●●), 229 (nördlicher Indik, S. 1600—1400, ●●; S. 1000—800, ●; S. 800—600, ●●; S. 600—400, ●; S. 400—200, ●; S. 200—20, fehlt), 236 (nördlicher Indik, S. 2600—2300, ●), 237 (nördlicher Indik, S. 4900—4600, ●).

Verbreitung: In wärmeren Gebieten des Indik und Pacifik verbreitet, ausgesprochene skoto- und nyktoplanktonische Tiefenform.

Ch. avicularia n. sp.

Taf. LI, Fig. 422.

Challengerosium avicularia V. Haecker, 1906, S. 300, Taf. XI, Fig. 8.

Schale in Seitenansicht breit, ellipsoidisch, leicht spiralig eingerollt, wenig zusammengedrückt, an die Form der Avicularien der Bryozoen erinnernd. Peristom mit 2 kurzen, klauenartigen Zähnen. Bei den beiden vorliegenden Exemplaren 5, auf die ventrale und dorsale Seite verteilte Zähne.

Schale ziemlich dickwandig, grobwabig.

Schalenhöhe 1,8, Schalenbreite 2 mm.

Einziger Fundort: T.-St. 200 (nördlicher Indik, S. 2800—2200, ●, 2 Exemplare).

5. Gattung. *Heliochallengeron* n. g.

Schale linsen- oder dosenförmig. Peristom mit 2 aufrechten Zähnen. Der ganze Schalenumfang mit Randstacheln besetzt, welche einer scharf differenzierten, grobwabigen Gürtelzone aufsitzen.

Heliochallengeron Channeri John Murray.

Taf. LI, Fig. 413, 414.

Challengeron channeri John Murray, 1885, Narr. Chall. Exp., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 12; Haeckel, Chall. Rep., p. 1658; Borgert, Nord. Trip., S. 32, Fig. 38.

Schale annähernd kreisrund, linsenförmig oder besser dosenförmig abgeplattet, mit 14 bis 25 schlanken, geraden, hohlen Randstacheln. Die Stacheln sind so lang oder länger als der Schalenradius. Peristomfortsatz kragenförmig, mit 2 parallelen, radiär gerichteten, dreieckigen Zähnen.

Schalenstruktur außerordentlich feinwabig. Nur in der peripheren, die Randstacheln tragenden, scharf abgegrenzten Zone grobwabig (Verstärkungseinrichtung).

Schalendurchmesser (ohne Peristom) 0,1—0,18 mm, nach HAECKEL 0,14—0,17 mm, nach BORGERT 0,14—0,18 mm.

Fundorte: Ch.-St. 231 (nördlicher Pacifik); nördlicher Ast des Golfstromes (BORGERT); T.-St. 14 (Golfstrom, V., ●), 27 (canarische Strömung, S. 2250—1950, ●), 41 (Guineastrom, P. 200, ●), 42 (Guineastrom, S. 550—250, ○; S. 2000—1700, ●), 44 Guineastrom, V., ○), 48 (Südäquatorialstrom, S. 280—130, ●), 55 (Guineastrom, P. 200, ●), 66 (Golf von Guinea, S. 700 bis 600; S. 500—350, ●), 170 (südlicher Indik, S. 200—100, ●; V. 1700—1000, ◑), 172 (südlicher Indik, P. 200, ●), 175 (südlicher Indik, S. 500—400, ●; S. 400—350, ●; S. 350—300, ●), 191 (indischer Gegenstrom, S. 210—190, ●), 227 (nördlicher Indik, S. 1000—800, ●; S. 600 bis 400, ●), 228 (nördlicher Indik, S. 200—100, ●), 236 (nördlicher Indik, S. 2600—2300, ●; S. 120—100, ●).

Verbreitung: Vorwiegend knephoplanktonische Warmwasserform.

6. Gattung. *Challengeron* HAECKEL (sens. strict.).

In der Gattung *Challengeron* sensu strictiori fasse ich diejenigen Formen zusammen, welche am Rande der seitlich zusammengedrückten Schale eine größere Zahl von hohlen, meist bedornten Stacheln und einen vierzähnigen Peristomfortsatz besitzen.

Hierher gehören demnach:

Challengeron willemoesii HAECKEL, Chall. Rep., p. 1659, Taf. XCIX, Fig. 13;
Challengeron wyvillei HAECKEL, Chall. Rep., p. 1660, Taf. XCIX, Fig. 15;
Challengeron ciliatum MÖBIUS (nec HAECKEL), 1887, Taf. VIII, Fig. 47;
Challengeron trinacriae LOHMANN, 1899, Fig. 1;
Challengeron armatum BORGERT, Nord. Trip., 1901, S. 33, Fig. 39; JÖRGENSEN, 1905, S. 141, Taf. XVIII, Fig. 112;
? *Challengeron* sp., BORGERT, 1903, S. 744, Fig. K.

Das mir vorliegende, sehr reichliche Material enthält zahlreiche hierher gehörige, durch Uebergänge miteinander verbundene Formen, welche am besten mit dem BORGERT'schen *Ch. armatum* übereinstimmen. Eine zweite Gruppe von Exemplaren dürfte wohl mit *Ch. trinacriae* LOHMANN zu vereinigen sein, während ich für eine winzige Form des südöstlichen Indik bis auf weiteres eine neue Artbezeichnung (*Ch. sacculus*) einzuführen genötigt bin.

Challengeron armatum BORGERT.

Taf. LI, Fig. 418—420.

Challengeron armatum BORGERT, 1901, Nord. Trip., S. 33, Fig. 39; JÖRGENSEN, 1905, S. 141, Taf. XVIII, Fig. 112.
? *Challengeron ciliatum* MÖBIUS, 1887, Taf. VIII, Fig. 47.

„Schale oval, seitlich zusammengedrückt, mit kurzen, dicken, radialen Stacheln am Rande, die am aboralen Pole am größten, an der oralen Schalenhälfte vielfach stark reduziert sind oder fast ganz fehlen. Zwischen den Radialstacheln, die selbst bedornt sein können, oft noch kurze dornenartige Stacheln. Mündung der Schale von einem schräg abgeschnittenen, röhrenförmigen Fortsatz überragt, der am Ende in zwei aufrechte, divergierende Zähne ausläuft und außerdem zwei parallele, fast horizontal gerichtete Zähne trägt. Die 4 Zähne gelegentlich gleichfalls am Rande mit feinen, kurzen Stacheln besetzt. Schalenfortsatz mit den terminalen Zähnen länger als der Schalenradius" (BORGERT).

Schale von verschiedener Wanddicke und dementsprechend mit sehr verschiedener Wabenstruktur.

Längster Schalendurchmesser (bis zum Absatz zwischen Schale und Peristomkragen) 1,5—1,8 mm (nach Borgert 0,1—0,12 mm).

Varianten. *Ch. armata* ist, wie schon aus der Borgert'schen Beschreibung hervorgeht, äußerst variabel in Bezug auf die Zahl der Randstacheln und die Bedornung der Schale. Auch in Bezug auf die Dicke und Struktur der Schale bestehen erhebliche Verschiedenheiten, welche, wie unten gezeigt werden soll, wenigstens zum Teil den Wert von Rassenunterschieden haben.

Fundorte[1]): Nördlicher Ast des Golfstromes, nordöstlich Rockall und westlich der Hebriden (Borgert); nördliches Eismeer bei Vesteraalen (einmal gefunden, Jörgensen); T.-St. 14 (Golfstrom, V., ●), 16 (Golfstrom, S. 1850—1550, ●), 27 (canarische Strömung, S. 2250—1950, ●, dickschalig), 41 (Guineastrom, P. 200, ● ●, dünnschalig), 42 (Guineastrom, S. 550—250, ●, dickschalig), 44 (Guineastrom, V., ●), 46 (Guineastrom, P. 200,), dünnschalig), 48 (Südäquatorialstrom, S. 2700—2400, ○, dickschalig; S. 300—200, ●) 49 (Südäquatorialstrom, V., ●) 54 (Guineastrom, V., ●), 66 (Golf von Guinea, S. 700—800, ● ●, dickschalig und kugelig-mittelschalig; S. 500—350, ● ● ●, dickschalig und dünnschalig), 175 (indischer Südäquatorialstrom, S. 350—300, ●), 181 (ebenda, S. 560—410, ●), 182 (ebenda, S. 500—400,); S. 200—100, ●; S. 20—0, fehlt), 215 (nördlicher Indik, V., ●), 218 (nördlicher Indik, S. 2040—1800, ●, dickschalig; 100 bis 20, fehlt), 220 (nördlicher Indik, S. 2800—2200, ● ●, dickschalig; P. 200, ●), 221 (nördlicher Indik, S. 1600—1000, ● ●, dickschalig; S. 220—185, ● ●, dünnschalig; S. 180—145, ●, dünnschalig; S. 140—105, fehlt), 226 (nördlicher Indik, P. 200, ●), 227 (nördlicher Indik, S. 1000 bis 800, ● ●, dick- und dünnschalig; S. 800—600, ● ●, dickschalig; S. 600—400, ● ●, dick- und dünnschalig), 228 (nördlicher Indik, S. 400—300, ●; S. 420—350, dick- und dünnschalig; S. 320, bis 250, ● ●, dünnschalig; S. 220—150, ● ●, dünnschalig), 229 (nördlicher Indik, S. 1600—1400, ● ●, dickschalig; S. 1000—800, ● ●, dickschalig; S. 800—600, ● ●, dick- und dünnschalig; S. 600—400, ● ●, hauptsächlich dünnschalig, einzelne dickschalig), 231 (nördlicher Indik, P. 200, ●), 236 (nördlicher Indik, S. 2600—2300, dickschalig), 268 (nördlicher Indik, P. 200, ●, dickschalig).

Verbreitung. *Ch. armatum* ist nach der großen Mehrzahl der Befunde eine ausgesprochene Warmwasserform. Nur ein einziges Mal, und zwar in einem Exemplar (? leere Schale), wurde diese Form jenseits des nördlichen Polarkreises, bei der in der Nähe der Lofoten gelegenen, als Vesteraalen bezeichneten Inselgruppe, gefunden.

Ch. armatum fehlt, wie die übrigen Challengeriden, in den obersten Schichten bis herab zu 50 oder 100 m, tritt dagegen in allen größeren Tiefen in ziemlich gleichmäßiger Verteilung und in teilweise beträchtlicher Individuenzahl auf.

Im großen ganzen scheinen die dünnwandigen Formen mehr die Oberflächenschichten, die dickwandigen die Tiefenschichten zu bewohnen. Wenigstens fanden sich in den Stufenfängen der St. 229, welche in den Tiefen 1600—1400 und 1000—800 m gemacht wurden, nahezu ausschließlich dickschalige, mit wenig Randstacheln versehene Individuen, deren Weichkörper

1) Wo nichts ausdrücklich bemerkt ist, handelt es sich um Formen mit mittlerer (d. h. weder ausgesprochen dicker und derber, noch dünner und zarter) Schale.

dicht mit Nahrungskörpern erfüllt war und vielfach zweikernige Centralkapseln erhielt (Fig. 418, 420). In der zwischen 800—600 m befindlichen Schicht kam zu den dickschaligen Individuen eine dünnschalige, mit zahlreicheren Randstacheln versehene Form hinzu (Fig. 419), und zwar fanden sich von derselben sowohl lebende Exemplare als leere Schalen vor; in der folgenden, zwischen 600 und 400 m gelegenen Schicht trat dann die dickschalige Form stark zurück, während sich hier umgekehrt zahlreiche Individuen der dünnschaligen Form vorfanden. Es handelt sich also hier offenbar um vertikale Unterarten, von denen die dünnschalige sich bei ihren vertikalen Wanderungen vorzugsweise innerhalb der oberen, bis etwa 400 m reichenden Schichten, die dickschalige in den tieferen Regionen bewegt. Die erste würde nach der Lobianco'sche Bezeichnungsweise eine knephoplanktonische, die letztere eine skotoplanktonische Form darstellen. Auch die Befunde in den Stationen 221 und 227 lassen ein ähnliches Verhältnis erkennen, und zahlreiche vereinzelte Plankton- und Schließnetzfänge bestätigen die Regel.

Ch. trinacriae Lohmann.

Taf. LI, Fig. 421.

Challengeron trinacriae Lohmann, 1899, Fig. 1.

Von der vorigen dadurch unterschieden, daß die zahlreich vorhandenen Randstacheln (bei den mir vorliegenden Exemplaren 36—40) den ganzen Schalenrand gleichmäßig besetzen und fast sämtlich von gleicher Größe sind. Mit dem Lohmann'schen *Ch. trinacriae* stimmt ferner meine Form darin überein, daß wenigstens die aboralen Stacheln nahe ihrer Basis je 2 kleine Zähnchen tragen und daß zwischen je 2 Stacheln ein kurzes feines Dörnchen emporragt, eine Art der Bewehrung, welche übrigens auch bei einzelnen Exemplaren von *Ch. armatum* vorkommt.

Schale verhältnismäßig dünnwandig und feinwabig.

Schalendurchmesser ohne den Peristomfortsatz 0,17, mit Peristomfortsatz 0,27 mm (nach Lohmann 0,2655 mm).

Fundorte: Messina (360—0 m, September bis Januar, Lohmann); T.-St. 41 und 43 (Guineastrom, P. 200, ●).

Ch. sacculus n. sp.

Taf. LI, Fig. 417.

Challengeron sacculus V. Haecker, 1906, S. 302, Taf. XI, Fig. 10.

Von *Ch. armatum* durch die eigentümliche Beutelform der Schale (Querdurchmesser viel kleiner als Längsdurchmesser, Ventralkante nahezu gestreckt, Peristomkragen scharf abgesetzt), die geringe Größe und die Art der Bewehrung unterschieden. Außer einem kräftigen aboralen Randstachel sind nämlich zahlreiche (15—20) kurze, dicke Dornen vorhanden, welche namentlich auf der Dorsalseite eine gleichmäßige Verteilung zeigen. Zuweilen sind die dem Aboralstachel zunächst gelegenen Dornen etwas länger als die übrigen.

Schale dünnwandig, feinwabig.

Schalenhöhe (ohne den Peristomkragen) 1,1—1,2 mm.

Fundort: T.-St. 172 (stromlose Zone des südlichen Indik, P. 200, ● ●, zahlreich).

Verbreitung. ? knephoplanktonische Lokalform des südlichen Indik.

7. Gattung. *Challengeranium* (Haeckel).

Schale eiförmig. Peristom mit zwei fensterartigen Durchbohrungen. Zwei Peristomstacheln. Ein Apikalstachel, nicht selten von Nebendornen umgeben.

Challengeranium diodon (Haeckel).

Taf. L, Fig. 399 und 400.

Challengeron diodon Haeckel, Chall. Rep., p. 1654, Taf. XCIX, Fig. 6; Lohmann, 1899; Borgert, 1901, S. 30, Fig. 38; Jörgensen, 1905, S. 141.
Challengeron nathorsti Cleve, 1899, Taf. I, Fig. 9a, 9b.
Challengeron heteracanthum Jörgensen, 1900, Taf. II, Fig. 15, Taf. III, Fig. 16, 17.

Schale eiförmig, wenig oder gar nicht seitlich komprimiert, am aboralen Pol mit einem geraden konischen Apikalstachel, der häufig von mehreren (2—9) schwächer entwickelten geraden Stacheln umstellt ist. Schalenmündung an der dorsalen Seite mit einem kragenartigen Peristom, das von zwei divergierenden, geraden, konischen Zähnen überragt ist, welche etwa halb so lang als der Schalendurchmesser sind. Oberhalb jedes Zahnes befindet sich im Peristom ein großes rundliches Loch. Der Rand des Peristoms ist häufig vor und hinter den beiden großen Hauptzähnen mit kleinen Dornen und Stacheln besetzt.

Schale verhältnismäßig dickwandig, grobwabig.

Schalenhöhe ohne Peristom 0,08—0,11 mm (nach Haeckel 0,08—0,1, nach Borgert 0,07—0,1).

Fundorte: Ch.-St. 298 (südöstlicher Pacifik); Nördliches Eismeer (Cleve); norwegische Westküste (in Tiefenproben ziemlich häufig, immer nur in geringer Individuenzahl, in allen Monaten, außer Januar, Jörgensen); Labradorstrom (Borgert); Messina (September und Oktober, zahlreich, Lohmann); Sargassosee, Guineastrom, Südäquatorialstrom (Borgert); T.-St. 55 (Guineastrom, V., ●), 66 (Golf von Guinea, S. 700—600, ●: S. 500—350, ●), 221 (nördlicher Indik, 1600—1000, ●), 227 (nördlicher Indik, S. 1000—800, ●: S. 600—400, ●), 229 (nördlicher Indik, S. 1600—1400, fehlt; S. 1000—800, ●; S. 800—600, ●; S. 600—400, ●; S. 400—200, ●; S. 200—20, ●), 236 (nördlicher Indik, S. 2600—2300, ●).

Verbreitung. In den nordischen Meeren, sowie im nördlichen Atlantik, Mittelmeer und tropischen Indik verbreitete, anscheinend pamplanktonische Form. Bisher weder in den südlichen Teilen des Atlantik und Indik, noch in der Antarktis gefunden, dagegen aus den südöstlichen Teilen des Pacifik bekannt. Mit Rücksicht auf den letzteren Befund ist anzunehmen, daß die Verbreitung der Art eine sehr allgemeine ist und daß sie wohl auch in anderen Meeresgebieten, vielleicht zu bestimmten Jahreszeiten, entdeckt werden wird.

2. Unterfamilie. Pharyngellinae.

Schale mit ausgesprochener Diatomeenstruktur, mit Pharynxbildung.

8. Gattung. *Entocannula* Haeckel.

Entocannula Haeckel, 1879, Sitz.-Ber. Med.-Nat. Ges. Jena.

„Challengeriden mit Pharynx, ohne Mundzähne und ohne Randdornen."

Entocannula infundibulum Haeckel.

Taf. LI, Fig. 425.

Challengeria bromleyi John Murray, 1885, Narr. Chall. Exp., Vol. I, p. 226, Taf. A, Fig. 5.
Entocannula infundibulum Haeckel, Chall. Rep., p. 1161, Taf. XCIX, Fig. 19; Borgert, 1903, S. 745, Fig. M.

Schale eiförmig, am Mund abgestutzt, leicht zusammengedrückt. Pharynx trichterförmig, seine äußere Oeffnung 1 1/2—3 mal so breit als die innere.

Schale dünnwandig, feinporig, mit glatter Außenfläche.

Schalenhöhe 0,22—0,28 mm.

Fundorte: Ch.-St. 318 (südlicher Atlantik); Guineastrom (Borgert); T.-St. 66 (Golf von Guinea, S. 700—600, ● ●, S. 500—350, ● ●), 170 (südlicher Indik, S. 1700—1000, ●), 173 (südlicher Indik, S. 3300—2700, ●), 221 (nördlicher Indik, S. 1600—1000, ●), 237 (nördlicher Indik, S. 4900—4600, ●).

Verbreitung. Anscheinend skoto- und nyktoplanktonische Form der warmen Meere.

9. Gattung. *Pharyngella* Haeckel.

Pharyngella Haeckel, 1887, Chall. Rep., p. 1661.

„Challengeriden mit einem Pharynx, mit einem oder mehreren Zähnen am Mund, aber ohne Randdornen."

Pharyngella gastrula Haeckel.

Taf. LI, Fig. 427.

Pharyngella gastrula Haeckel, Chall. Rep., p. 1662, Taf. XCIX, Fig. 18; Borgert, 1901, Nord. Trip., S. 34; Borgert, 1903, S. 746, Fig. N.
Pharyngella gastraea Haeckel, Chall. Rep., p. 1662, Taf. XCIX, Fig. 17.

Schale eiförmig, nicht zusammengedrückt. Schalenmund mit 2 parallelen, geraden, spitzigen Zähnen, welche bald senkrecht zur Mundöffnung stehen, bald mehr oder weniger über dieselbe geneigt und so lang oder kürzer als der Schalenradius sind. Pharynx kurz-cylindrisch oder trichterförmig (die Außenöffnung etwas weiter als die Innenöffnung).

Schale meist ziemlich derbwandig, aber fein- und dichtporig.

Schalenhöhe: 0,3—0,36 mm.

Varianten. In dem mir vorliegenden sehr zahlreichen Material variieren die Exemplare innerhalb derselben Fänge ganz außerordentlich, was die Richtung der Zähne und die Form, Dicke und Struktur der Schale anbelangt. Es war mir nicht möglich, Lokalformen zu unterscheiden.

Fundorte: Nördlicher Atlantik, Färöekanal (Golfstrom, John Murray); Südäquatorialstrom (Borgert); T.-St. 15 (Golfstrom, S. 1900—1800, ●), 16 (Golfstrom, S. 1850—1550, ● ●), 26 (canarische Strömung, V., ●), 32 (canarische Strömung, V., ● ●), 34 (canarische Strömung, V., ●), 36 (canarische Strömung, V., ●), 39 (Guineastrom, V., ●), 41 (Guineastrom, V., ● ●), 44 (Guineastrom, V., ● ●), 48 (Südäquatorialstrom, S. 2700—2400, ○ ◐), 49 (Südäquatorialstrom, V., ● ●), 50 (Südäquatorialstrom, V., ●), 54 (Guineastrom, V., ◐), 55 (Guineastrom, V. 600, ● ●), 66 (Golf von Guinea, S. 700—600, ◐), 117 (Benguelastrom, V., ● ●), 170 (südlicher Indik, S. 1700—1000, ● ●), 172 (südlicher Indik, S. 1850—1600, ● ●), 173 (südlicher Indik, S. 3300—2700, ● ●), 174

(südlicher Indik, V., ● ●), 175 (südlicher Indik, V., ● ●; S. 500—400, ●), 229 (nördlicher Indik, S. 1600—1400, ○), 232 (nördlicher Indik, V., ●), 237 (nördlicher Indik, S. 4900—4600, ●).

Verbreitung: *Pharyngella gastrula* ist eine ausgesprochene Bewohnerin der wärmeren Meeresgebiete, und zwar wurde sie mittelst des Schließnetzes ausschließlich aus der Schicht des Skotoplanktons und ganz besonders des Nyktoplanktons heraufbefördert. Von keiner anderen Tripyleen-Art liegen so viele Fänge aus Tiefen von unterhalb 1500 m bis herab zu 5000 m vor, wie von *Pharyngella gastrula*. Sie stellt also eine eigentliche „Leitform" speciell der vierten Stufe des Nyktoplanktons dar, weshalb ich diese Schicht (1000 oder 1500 m bis 5000 m) als Pharyngellenschicht bezeichnet habe (1906, S. 273). Daß eine derartige, ausschließlich in sehr großen Tiefen lebende Form trotzdem in Bezug auf ihre horizontale Verbreitung beschränkt ist und speciell nur in wärmeren Meeresteilen vorkommt, kann wohl nur darin eine Erklärung finden, daß sie an ganz bestimmte kühle Temperaturen oder an eine bestimmte Nahrung angepaßt ist.

10. Gattung. *Porcupinia* Haeckel.

Porcupinia Haeckel, 1879, Sitz.-Ber. Med.-Nat. Ges. Jena, S. 5; 1887, Chall. Rep., p. 1662.

Challengeriden mit einem Pharynx, mit 2 Zähnen an der Schalenöffnung und mit Apikalstacheln (durch letzteres Merkmal von *Pharyngella* unterschieden).

Porcupinia cordiformis Haeckel.

Taf. LI, Fig. 426.

Porcupinia cordiformis Haeckel, 1887, Chall. Rep., p. 1663, Taf. XCIX, Fig. 16.

„Schale [etwas zusammengedrückt, im Umriß] herzförmig, nahezu dreieckig, an der breiten oralen Basis mit einer tiefen, konkaven Bucht, am stumpfen aboralen Scheitel mit einem Bündel von fünf bis neun divergierenden Dornen, von welchen der mittlere, in der Hauptachse gelegene größer als die übrigen ist. Schalenmund mit zwei parallelen, kurzen, dreieckigen Zähnen, welche schräg über die Mundöffnung geneigt sind, und deren konvexer Außenrand nahezu horizontal gelagert ist. Pharynx cylindrisch, kurz, gekrümmt und schräg absteigend." (Haeckel.) Bei den mir vorliegenden Exemplaren war der Weichkörper dicht mit Phäodium gefüllt, so daß von dem Pharynx nichts zu erkennen war.

Schale außerordentlich dünnwandig und feinwabig.

Schalenhöhe 0,23—0,25 mm (nach Haeckel 0,24 mm).

Fundorte: Ch.-St. 332 (südlicher Atlantik); T.-St. 16 (Golfstrom, S. 1850—1550, ● ●), 48 (Südäquatorialstrom, S. 2700—2400, ●).

Verbreitung. Nach den bisherigen Funden nyktoplanktonische, in warmen Meeresteilen verbreitete Form.

3. Unterfamilie. Cadiinae.

Schale mit meridional verlaufenden Rippen.

In der Familie der Cadiidae hat Borgert (1901, Nord. Trip., S. 49) eine Anzahl von Formen vereinigt, welche in ihrem ganzen Habitus (Schalenform, Apikalstachel, einseitige Peristom-

bildung) an die Challengeriden erinnern, aber von denselben durch den Mangel einer ausgeprägt wabigen Schalenstruktur und durch den Besitz von meridional verlaufenden Rippen unterschieden sind.

Da bei den Challengeriden der *Swirei*-Gruppe, insbesondere bei *Challengeron Swirei*, nicht selten (wahrscheinlich auf Grund nachträglicher Verkieselungsprozesse) die wabige Schalenstruktur gleichfalls vollständig zurücktritt, so habe ich Bedenken, die „Cadiida" als besondere Familie anzuerkennen, und möchte sie als Unterfamilie der Familie der Challengeriden einreihen, mit welchen sie in Größe, Schalenform, in der Beschaffenheit der Peristombildung und dem Fehlen extramarginaler Stacheln übereinstimmen.

Die nur wenig bekannte Gruppe der Cadiinae würde demnach durch folgende Merkmale charakterisiert sein:

Schale ellipsoidisch, ei- oder citronenförmig. Mündung am oralen Pole der Hauptachse oder etwas seitlich davon, im letzteren Fall am Ende einer gebogenen, röhrenförmigen oder trompetenförmig erweiterten Peristombildung. Der aborale Schalenpol trägt meist einen kleinen knopfförmigen oder stachelförmigen Anhang, welcher bei einer Form (*C. inauris*, Textfig. 31) in Gestalt eines vollkommenen, vom aboralen Pol nach dem äußeren Rand der Schalenmündung verlaufenden Ringes entwickelt sein kann.

Die Schale zeigt an ihrer Oberfläche eine wechselnde Zahl meridional verlaufender Rippen. Die Schalenwandung besteht nach Borgert aus zwei durch einen Zwischenraum voneinander getrennten und an der Mündung ineinander übergehenden Schichten. An den mir vorliegenden Schalen, insbesondere an den Gehäusen von *Cadium melo*, habe ich indessen von letzterer Struktur nichts Sicheres erkennen können.

Die Cadiiden gehören zu den kleinsten, bisher bekannten Tripyleen. Sie scheinen eine sehr weite horizontale Verbreitung zu besitzen und kommen, dem mir vorliegenden Material und den von der „Valdivia"-Expedition stammenden Tagebuchnotizen zufolge, sowohl in den oberflächlichen Schichten als in sehr bedeutenden Tiefen vor.

11. Gattung. *Cadium* Bailey.

Cadium marinum Bailey.

Taf. LI, Fig. 416.

Cadium marinum Bailey, 1856 [1]); Ehrenberg, 1860; Wallich, 1862, 1869 (partim) [1]).
? *Cadium fischeri* Certes, 1889 [1]).
Cadium marinum Borgert, 1901, Nord. Trip., S. 50, Fig. 57.

Schale ellipsoidisch, am aboralen Pole abgerundet oder mit einer kleinen knopf- oder stachelartigen Erhebung. Schalenmündung am Ende eines kurzen, gebogenen Rohres gelegen. Oberfläche der Schale mit zahlreichen (20, 30 oder mehr) meridionalen Rippen.

Höhe der Schale nach Borgert 0,05—0,053 mm, bei meinem Exemplare 0,06—0,08 mm. Nächst *C. inauris* kleinste Tripyleen-Art.

1) Die hier angeführten Angaben von Bailey, Wallich und Certes sind mir unzugänglich gewesen. Ich citiere die Literatur nach Borgert, 1901.

Fundorte: In Bodenproben aus dem Golfstrom, dem arktischen Meere und der Kamtschatka-See (BAILEY, WALLICH); Labradorstrom (BORGERT); T.-St. 64 (Golf von Guinea, P. 200, ○), 226 (nördlicher Indik, 200, ●).

In den Tagebuchnotizen der „Valdivia"-Expedition findet sich wiederholt bei indischen Stationen die Bemerkung „*Cadium*, lebend" ohne beistehende Skizze. Es ist daher nicht bestimmt zu erkennen, um welche Species es sich handelt, um so weniger, als speciell im Indik nebeneinander alle 3 bekannten Formen vorkommen. Die betreffenden Fundorte sind folgende:

T.-St. 227 (nördlicher Indik, S. 1000—800, ●), 228 (nördlicher Indik, S. 200—100, ●), 229 (nördlicher Indik, S. 1000—800, ●; S. 800—600, ●; S. 600—400, ●; S. 400—200, ●), 236 (nördlicher Indik, S. 2600—2300, ●).

Verbreitung. Schon aus den wenigen sicheren Befunden geht hervor, daß *Cadium marinum* eine sehr weit verbreitete Form ist und speciell in der Schicht des Knephoplanktons vorkommt.

C. melo (CLEVE).

Taf. LI, Fig. 415.

Cadium marinum WALLICH, 1862, 1869, partim; BORGERT, 1892; JÖRGENSEN, 1900.
Cadium marinum var. c, CERTES[1]), 1889.
Beroetta melo CLEVE, 1899, Taf. I, Fig. 8.
Cadium melo BORGERT, 1901, Nord. Trip., S. 50, Fig. 58; 1903, S. 747.

Schale ellipsoidisch, am aboralen Pole eine kleine knopfartige Erhebung oder einen kurzen zugespitzten Apikalstachel tragend. Schalenmündung am Ende einer kurzen, kragenförmigen, senkrecht zur Hauptachse abgestutzten Peristombildung. Oberfläche der Schale mit einer wechselnden Zahl (25—40) meridionaler, seitlich eingekerbter Rippen.

Höhe der Schale 0,085—0,138 mm (bei den aus T.-St. 14 stammenden Exemplaren 0,13 mm).

Fundorte: Grönlandsee westlich Spitzbergen (CLEVE); norwegische Westküste, Byfjord (JÖRGENSEN); Sargassosee, Guineastrom, Südäquatorialstrom (BORGERT); T.-St. 14 (Golfstrom, V., ●), 16 (Golfstrom, S. 1850 bis 1550, ●), 237 (nördlicher Atlantik, S. 4950 bis 4600, ●).

Verbreitung. Bisher aus dem Nördlichen Eismeer, den nördlichen und tropischen Gebieten des Atlantik und aus dem tropischen Indik bekannt, also offenbar sehr weit verbreitete Form, welche wiederholt in sehr großen Tiefen (Schicht des Nyktoplanktons) gefischt wurde.

C. inauris BORGERT.

Textfig. 31 (nach BORGERT).

? *Cadium caudatum* WALLICH, 1862, Taf. IV, Fig. 11; 1869, Taf. III, Fig. 7—10.
Cadium inauris BORGERT, 1903, S. 747, Fig. O.

„Schale eiförmig, am aboralen Pole zugespitzt. Orales Schalenende röhrenförmig verlängert und im stumpfen Winkel zur Hauptachse umgebogen. Schalenmündung seitlich, am Ende des Rohres gelegen. Oberfläche der Schale mit zahlreichen, dicht nebeneinander verlaufenden

1) S. oben S. 281, Anm.

meridionalen Rippen. Der aborale Schalenpol ist durch einen haarfeinen Fortsatz mit der Schalenmündung verbunden, der in weitem Bogen nach dem äußeren Rande der Mündung verläuft und einen ringförmigen Anhang der Schale bildet" (BORGERT).

Schalenhöhe 0,037—0,048 mm.

Fundorte: Guineastrom, Südäquatorialstrom (BORGERT). Diese Art habe ich einmal auf einem von T.-St. 215 (nördlicher Indik) stammenden Präparat gefunden. Nach der damals angefertigten Skizze stimmt das betreffende Exemplar mit der BORGERT'schen Beschreibung gut überein. Leider ist mir das Präparat zu Grunde gegangen.

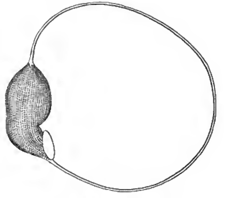


Fig. 31. *Cadium inauris* nach BORGERT.

10. Familie. Medusettidae.

Medusettida HAECKEL, 1887.

Ueberwiegend bilateral-symmetrisch gebaute Tripyleen mit verschieden gestalteter, bald glatter, bald bedornter, alveolär gebauter Schale und gekammerten Radialstacheln, welche ausschließlich den Pylomrand besetzen.

Die Medusettiden sind, abgesehen von der kleinen Gruppe der Porospathiden, infolge der Zerbrechlichkeit ihres Skelettes und der Zartheit ihres Weichkörpers die am unvollständigsten bekannten Tripyleen. Von verhältnismäßig sehr vielen Formen lagen bei der ersten Beschreibung überhaupt nur unvollständige Skelette vor, und so kommt es, daß bezüglich der Identität und systematischen Stellung einzelner Arten von den verschiedenen Autoren teils widersprechende, teils unbestimmte Ansichten geäußert worden sind. Es wird daher zur ersten Orientierung am Platze sein, der eingehenden Beschreibung dieser Familie eine historische Uebersicht über die Entwickelung unserer Kenntnisse vorauszuschicken.

Die Familie der Medusettiden ist von HAECKEL (1887) in folgender Weise definiert worden:

„Phäodarien mit einer einfachen, eiförmigen, hemisphärischen oder mützenförmigen Gitterschale von besonderer alveolärer Struktur, und mit hohlen, gegliederten, den weitgeöffneten Mund umgebenden Füßen. Centralkapsel excentrisch, in der aboralen Hälfte des Schalenraumes gelegen."

HAECKEL unterscheidet innerhalb der Medusettiden 2 Unterfamilien: die Euphysettida, deren Peristom einen Kranz von 3 oder 4 Füßen trägt, und die Gazellettida mit einem Kranz von 6, 12 oder mehr Füßen. Erstere sollen am aboralen Schalenpol gewöhnlich ein Apikalhorn besitzen, während bei den letzteren ein solches in der Regel fehlt. Zu den Euphysettiden gehören die Gattungen *Cortinetta*, *Medusetta* und *Euphysetta* mit zusammen 12 Arten, zu den Gazellettiden die Gattungen *Gazelletta*, *Gorgonetta* und *Polypetta* mit 23 Arten. In der Gattung *Polypetta* sind 2 Arten inbegriffen, welche, wie HAECKEL selbst vermutungsweise hinzufügt, gar nicht in die

Familie der Medusettiden gehören. Es handelt sich um 2 Formen der Gattung *Porospathis*, für welche späterhin von Borgert (1901 a) eine eigene Familie (Porospathidae) aufgestellt worden ist, ein Vorgehen, dem auch ich mich angeschlossen habe.

Im gleichen Jahre, in welchem der Report erschien, machte Hensen (1887, S. 78) einige Angaben über „*Gazelletta*“ *(Planktonetta)*, welche deswegen von größerem Interesse sind, weil es sich um nahezu die einzigen bis jetzt vorliegenden Mitteilungen über lebende oder wenigstens frisch gefangene Medusettiden handelt. Auch G. H. Fowler, welcher die Fahrt der „Research“ mitmachte, hatte „in the hurry of the work at sea“ keine Gelegenheit, lebende Gazelletten zu untersuchen, und in den an Bord der „Valdivia“ angefertigten Tagebüchern fand ich nur eine einzige, die Farbe des Phäodiums von *Euphysetta elegans* betreffende Notiz. Die fraglichen, wahrscheinlich auf *Planktonetta atlantica* zu beziehenden Sätze von Hensen sind folgende: „Es hängen außerordentlich dünnwandige fettigglänzende, klare und protoplasmafreie Kugeln von der Größe eines Fischeies (1 mm) entweder an einer sie überziehenden grobhöckerigen Scheibe von Protoplasma, oder es haben sich in letzterer zierliche durchbrochene Kieselstangen gebildet, die wie die Spangen eines Regenschirms von der Protoplasmascheibe auslaufen. In einem Fall waren an einzelnen Stangen wieder neue Kugeln gebildet.“ Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß unter den klaren, dünnwandigen Kugeln die großenteils von den Gallertmassen der Centralkapsel ausgefüllte Schale und unter der grobhöckerigen Protoplasmascheibe das vom Phäodium bedeckte Peristom der *Planktonetta atlantica* zu verstehen ist, während unter den durchbrochenen Kieselstangen unverkennbar die gekammerten Radialstacheln oder Füße gemeint sind (vergl. Taf. LV, Fig. 446). Möglicherweise ist unter den den Stangen anhängenden Kugeln das „Floß“ zu verstehen.

In den folgenden Jahren wurde von verschiedenen Autoren eine ganze Reihe neuer Arten und Varietäten beschrieben, so von Borgert (1892, 1901, 1901 a, 1902), Lohmann (1899), Cleve (1899, 1900), Jörgensen (1900, 1905). Aus diesen Mitteilungen sei an dieser Stelle nur soviel hervorgehoben, daß, wie oben erwähnt, Borgert (1901 a) die Porospathiden als besondere Familie aufstellte und gleichzeitig eine erste genauere Beschreibung der zu den wunderbarsten und am höchsten specialisierten Tripyleen gehörigen *Gazelletta atlantica* gab, und ferner daß derselbe Forscher (1902) für diese Form eine neue Gattung: *Planktonetta* gründete.

Von besonderer Bedeutung sind dann die Arbeiten von Fowler (1903, 1904) über die *Planktonetta atlantica* und über eine vorläufig als *Gazelletta fragilis* bezeichnete Form, für welche Borgert später (1905) die neue Gattung *Nationaletta* schuf, sowie die ausführlichen Mitteilungen von Borgert (1905) über die Gruppe der Atlanticelliden. Fowler beschrieb zum ersten Mal das „Floß“, das „Diaphragma“ und das außerordentlich komplizierte Flechtwerk von Kieselfäden, welche bei *Planktonetta atlantica* Schale, Floß und Phäodium miteinander verbinden, und Borgert verdanken wir die Entdeckung, daß bei *Atlanticella* die blasig aufgetriebene Centralkapsel außerhalb der klöppelförmig aufgetriebenen „Schale“ gelegen ist. Zu ganz unerwarteten Ergebnissen führte auch die Untersuchung der Centralkapselöffnungen der beiden zuletzt genannten Formen, und so stellten sich denn bei näherer Kenntnis der einzelnen Arten immer mehr trennende Momente heraus, während die verbindenden Merkmale mehr in den Hintergrund traten, ein Verhältnis, welches namentlich in der von Borgert vorgeschlagenen Aufstellung einer neuen Familie, der Atlanticelliden, zum Ausdruck kam.

Die „Valdivia"-Ausbeute enthielt ein in mancher Hinsicht sehr reichhaltiges Medusettidenmaterial, wenn auch entfernt nicht alle HAECKEL'schen Typen zur Beobachtung kamen. Als ganz besonders ausgiebig und gut konserviert erwies sich das Material bezüglich einiger zu *Planktonetta atlantica* und in deren nächste Nachbarschaft gehöriger Formen, und es war mir immer wieder unbegreiflich, wie vollständig einige Exemplare trotz der zarten Beschaffenheit von Schale, Floß und Radialstacheln sich erhalten hatten und den Zusammenhang der einzelnen Teile erkennen ließen. Auch sonst konnten einige Funde von Interesse gemacht werden, vor allem war es möglich, zwischen einigen anscheinend sehr divergenten Formen die Verbindung herzustellen und so einige neue Gesichtspunkte für die Errichtung eines natürlichen Systems zu gewinnen.

Innerhalb keiner anderen Tripyleenfamilie treten so enorme Größenunterschiede zwischen den einzelnen Formen hervor, wie bei den Medusettiden. Auf der einen Seite stehen winzige, meist den oberflächlichen Schichten der warmen Meeresgebiete angehörige Formen von 0,06—0,1 mm Schalenhöhe, auf der anderen die großen Planktonetten mit einem längsten Schalendurchmesser von 1,3—1,7 mm. Stellt man speciell die kleinsten Exemplare von *Euphysetta elegans* und *Medusetta inflata* (Taf. LIII, Fig. 438 und 437) den größten Varietäten von *Planktonetta atlantica* (Taf. LV) gegenüber, so ergibt sich, daß der Schalendurchmesser der letzteren das 20- bis 30-fache der Schalenhöhe der ersteren beträgt, während z. B. bei den Challengeriden die größten Formen nur etwa 6—7mal so hoch als die kleinsten sind.

Auch die Form der Schale ist eine sehr wechselnde. Bei den kleineren, zu den Gattungen *Euphysetta* und *Medusetta* gehörigen Arten finden sich vielfach nahezu kugelige Schalen (*Euphysetta Lucani*, Taf. LIII, Fig. 436), bei einigen derselben (*Euphysetta elegans*, Fig. 438) ist die Schale in der Richtung der Hauptachse in die Länge gezogen, bei anderen (*Euphysetta amphicodon*, Fig. 440) stark verkürzt, so daß die Schale ungefähr die Gestalt eines regulären Seeigels besitzt. Eine der mir vorliegenden Varietäten von *Euphysetta Lucani* (Fig. 439) weist eine mehr bilateral-symmetrische, einseitig verzogene Schalengestalt auf und erinnert so einerseits an einige Challengeriden (*Protocystis Macleari*, Taf. L, Fig. 410, und *P. micropelecus*, Taf. L, Fig. 403), andererseits an die derbschalige Varietät von *Planktonetta atlantica* (Taf. LV, Fig. 446).

Noch bedeutendere Unterschiede in der Gestalt der Schale weisen die größeren Medusettiden auf: so finden sich bei *Atlanticella* spindel-, klöppel- und beutelförmige Schalenformen (vergl. BORGERT, 1905, Taf. X, Fig. 4—7, sowie hier Taf. LIII, Fig. 433 u. 434), bei *Planktonetta* kugelige und umgekehrt birnförmige (Taf. LV), bei *Gazelletta* flach-mützenförmige Schalen (Taf. LIII, Fig. 432).

Bei einer Reihe von Arten aus sehr verschiedenen Formenkreisen trägt der Scheitelpol der Schale einen in der Richtung der Hauptachse gelegenen oder schräg gestellten Apikalstachel (*Euphysetta elegans*, Taf. LIII, Fig. 435, und andere *Euphysetta*-Arten; mehrere Formen von *Gazelletta*), in welchem Fall die Schale an die Form eines Helmes, speciell einer Pickelhaube erinnert.

Die weite Pylomöffnung ist vielfach von einem kragen- oder hutrandförmigen Peristom umgeben, dessen Rand von den Radialstacheln oder „Füßen" besetzt ist. Eine velumartige, dem Randsaum der Hydromedusen vergleichbare Bildung, wie sie HAECKEL für einige Arten der Gattung *Medusetta* beschreibt, habe ich bei den mir vorliegenden Formen nicht

beobachtet, dagegen konnte ich in vollem Umfang die Angaben bestätigen, welche FOWLER über das die Pylomöffnung verschließende „Diaphragma“ von *Gazelletta atlantica* gemacht hat. Eine genauere Beschreibung dieses merkwürdigen Gebildes wird weiter unten folgen.

Die Struktur der Schale ist von HAECKEL als „alveolate“ bezeichnet und im ganzen richtig beschrieben worden: „Die dünne Schalenwandung ist doppelt und besteht aus 2 parallelen, sehr dünnen Kiesellamellen, welche nur einen geringen Abstand voneinander haben und durch ein Netzwerk von kleinen Stäben oder Septen verbunden sind. ... Die Größe der Maschen oder Alveolen ist gewöhnlich am geringsten am aboralen Scheitelpole und nimmt allmählich gegen die Mundöffnung zu. Die größten Alveolen sind rings um den Mund gelegen .... und hier gehen die Alveolen des Schalenrandes direkt über in die voneinander getrennten Alveolen oder hohlen Kammern der gegliederten Füße. Wahrscheinlich stellt jede Alveole ein abgeschlossenes, von Gallerte gefülltes Kämmerchen dar. ...“ HAECKEL fügt noch hinzu, daß er zuweilen an der Innenseite der Alveolen des Schalenrandes eine kleine porenförmige Oeffnung angetroffen habe, eine Angabe, die ich, wie gleich hier bemerkt werden soll, nirgends bestätigen konnte. Eine der Formen, auf welche HAECKEL an der betreffenden Stelle Bezug nimmt, *Polypetta (Porospathis) mammillata*, ist übrigens, wie gezeigt wurde, nicht bei den Medusettiden unterzubringen, sondern gehört der wahrscheinlich sehr entfernt stehenden Formengruppe der Porospathidae an.

In meinem Material bin ich bezüglich der feineren Schalenstruktur auf eine Anzahl interessanter Modifikationen gestoßen. Speciell die kleinen dünnwandigen Euphysetten und Medusetten (*Euphysetta Lucani*, Taf. LIII, Fig. 436 und Fig. 439, und *Medusetta inflata*, Fig. 437) weisen in der ganzen Schale eine einfache Lage von winzigen, sphärischen, dicht aneinander gedrängten Hohlräumen auf, welche im Kanadabalsam-Präparat zu einem großen Teil mit Luftperlen gefüllt sind, so daß die ganze Schale mit schwarzen Punkten besät erscheint. Die Schalen zeigen auf diese Weise durchaus das Ansehen feinporiger Challengeridenschalen, insbesondere derjenigen von *Protocystis varians* (Taf. L, Fig. 394) und *Heliochallengeron Channeri* (Taf. LI, Fig. 414), nur daß bei den Euphysetten und Medusetten die Porenräume noch viel feiner sind und der für die Challengeriden so charakteristischen Anordnung in longitudinalen oder cirkulären Reihen zu entbehren scheinen.

Eine wesentlich verschiedene Beschaffenheit der Schalenwandung zeigen die ebenfalls sehr kleinen, aber dickwandigen Euphysettenformen, insbesondere *Euphysetta elegans* (Taf. LIII, Fig. 435) und *amphicodon* (Fig. 440, 441). Das regelmäßige quadratische Netzwerk, welches die Schalen dieser Formen bei Oberflächenansicht aufweisen, wurde von HAECKEL (S. 1664) so gedeutet, daß die Maschenlücken des Netzwerks (vergl. Fig. 441) den Alveolen der übrigen Formen entsprechen. Etwas anders stellt BORGERT (1902, S. 569) die Schalenstruktur speciell von *Euphysetta elegans* dar: dieselbe soll an ihrer Oberfläche zahlreiche Längs- und Querrippen besitzen, die eine mehr oder minder regelmäßige quadratische Felderung hervorrufen. An einigen mir vorliegenden Schalen, welche zweifellos zu *Eu. amphicodon* HAECKEL und *Eu. elegans* BORGERT gehören, fand ich in Oberflächenansicht das von BORGERT beschriebene, in Form eines quadratischen Netzes angeordnete Balkenwerk (Fig. 441). Wie der optische Durchschnitt (Textfig. 32) durch die Schale zeigt, ist dasselbe der eigentlichen Schalenwand auf-



Fig. 32. Schalendurchschnitt von *Euphysetta amphicodon*.

gesetzt, und diese letztere ist durchbrochen von dichtgedrängten, feinen Porenkanälen, welche an diejenigen von *Challengeria Naresi* erinnern. Speciell die unter den Leisten gelegenen Poren sind jedenfalls nach außen zu geschlossen. Ob sie es auch nach innen zu sind und ob dies auch für die unter den Maschenlücken gelegenen „Poren" gilt, vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden, jedoch scheint es mir mit Rücksicht auf die „Alveolen" der übrigen Medusettiden wahrscheinlich zu sein.

Es ist bemerkenswert, daß, während die dünnschaligen Formen *(Euphysetta Lucani, Medusetta inflata)* großenteils in oberflächlichen Planktonfängen gefischt wurden, die dickschaligen, mit quadratischem Leistenwerk ausgestatteten Formen, *Euphysetta elegans* und *amphicodon*, aus sehr großen Tiefen stammen. Es wiederholt sich hier der Gegensatz, der zwischen den Challengeriden der Oberfläche und der Tiefe im ganzen zu verfolgen ist.

Für die Mehrzahl der übrigen Medusettiden gilt hinsichtlich der Schalenstruktur im ganzen die von Haeckel gegebene Beschreibung, d. h. die Schale zeigt eine ausgesprochen alveoläre Struktur, insofern sie aus zwei parallelen, von einem polygonalen Septensystem getrennten Lamellen besteht. Bei einigen Formen, so bei den kleinen Gazelletten (Taf. LIII, Fig. 432), hat das Wabenwerk auf der ganzen Schale eine ziemlich gleichmäßige Beschaffenheit, bei anderen dagegen, vor allem bei *Planktonetta*, zeigen die einzelnen Schalenteile sehr abweichende Strukturen. Speciell bei *P. fragilis* (Taf. LVI, Fig. 454) ist nur der krempenartige Peristomrand grobwabig strukturiert. Unmittelbar dahinter befindet sich eine außerordentlich fein-vakuolisierte Zone, welche einen Kranz rundlicher fensterartiger Poren enthält, während der Hauptteil der Schale selbst wieder eine etwas gröbere Wabenstruktur aufweist, deren Porenräumchen jedoch entfernt nicht das Kaliber der Kämmerchen des Peristomrandes besitzen. Eine noch weitergehende Differenzierung zeigt die Schale von *P. atlantica* (Taf. LV, Fig. 447; Taf. LVII, Fig. 455). Hier hat das Peristom die Gestalt eines Kragens, welcher jedoch nicht die Form eines einfachen Hohlcylinders hat, sondern oberhalb des Randes eine ringfurchenartige Einziehung und darüber eine wulstförmige Ausbiegung aufweist. Außerdem ist zu erwähnen, daß das Peristom an der „Vorderseite" (an den Abgangsstellen der beiden „ersten" horizontal divergierenden Oralstacheln) am höchsten, an der „Hinterseite" (an welcher das Floß befestigt ist) am niedrigsten ist. Was nun die feinere Struktur des Peristoms anbelangt, so ist der Rand selber grobwabig („Randzone", Taf. LVII, Fig. 455 *rz*), die eingeschnürte, dünnwandige Zone außerordentlich feinwabig („helle Zone", *hz*); ferner liegt auf der Höhe des Ringwulstes eine Reihe von fensterartigen rundlichen Poren („Porenzone", *pz*), und darüber folgt bis zur halsartigen Einschnürung zwischen Peristom und eigentlicher Schale eine zweite wabige Zone, deren wabiges Aussehen, wie schon Fowler richtig erkannt hat, darauf beruht, daß an der Innenfläche dieser Zone sich kleine Grübchen befinden, in welche „zapfenförmige" Anhänge des Diaphragmarandes eingreifen („Grübchenzone", *gz*). Die Schale selbst ist, wie auch aus Schnittbildern hervorgeht, vollkommen strukturlos, abgesehen von den gleich zu besprechenden Dornen und den polsterförmigen Unterlagen.

Bei den Atlanticellen ist die wabige Struktur gleichfalls auf das Peristom beschränkt, die Schale selber ist, abgesehen von zahlreichen Längsrunzeln, anscheinend strukturlos (Taf. LIII, Fig. 433, 434).

Die Außenfläche der Medusettidenschale ist in vielen Fällen glatt. Bei *Eu. elegans* und *amphicodon* ist der Schale, wie bereits erwähnt wurde, ein netzförmiges Trabekelwerk auf-

gesetzt, während bei mehreren Formen von *Gazelletta* und *Planktonetta* die ganze Schale von zahlreichen kleinen Stacheln oder Dornen bedeckt ist (Taf. LIII, Fig. 432 u. a.). Speciell bei der antarktischen *Planktonetta atlantica verrucosa* (Taf. LV, Fig. 447) sitzen diese Dornen je einer flachen, scheiben- oder polsterförmigen Erhebung auf.

Bei einer Reihe von Formen trägt der aborale Schalenpol einen in der Richtung der Hauptachse gelegenen oder schräg gestellten Apikalstachel. Dieser Stachel erinnert nicht nur hinsichtlich seiner Struktur und Stellung an den Apikalstachel von *Protocystis Swirei* (Taf. XLIX, Fig. 386), sondern auch darin, daß er bei nahe verwandten Formen bald fehlen, bald vorhanden sein kann. Es sei hier nur an die zweifellos einander nahestehenden Arten *Euphysetta Lucani* (Taf. LIII, Fig. 436) und *elegans* (Fig. 435) erinnert, von denen die erstere keine, die letztere einen typischen Apikalstachel besitzt. Aehnliches gilt auch für einige Medusetten und Gazelletten.

Als **Radialstacheln** im engeren Sinne möchte ich die den Pylomrand besetzenden Apophysen, die „Füße“ Haeckel's, bezeichnen. Während nun der Apikalstachel als ein besonders mächtiger Schalendorn zu betrachten ist und, wie erwähnt, mit den Schalenstacheln der Challengeriden, insbesondere von *Protocystis Swirei*, verglichen werden kann, sind die Radialstacheln im engeren Sinne hochspecialisierte Bildungen, welche in Bezug auf ihren „gegliederten“ oder, besser gesagt, gekammerten Bau mit dem Peristomaufsatz vieler Challengeriden eine entfernte Aehnlichkeit zeigen. So weist z. B. der kurze, mit wenigen Seitenzähnen ausgestattete Hauptstachel von *Euphysetta amphicodon* (Taf. LIII, Fig. 440) eine große Uebereinstimmung mit dem Peristomfortsatz von *Protocystis Swirei* (Taf. XLIX, Fig. 386) oder *Challengeron armatum* (Taf. LI, Fig. 419) auf, während allerdings die langen, schlangenförmig gewundenen, am Ende verzweigten und mit Büscheln von Ankerfäden bedeckten „Füße“ von *Planktonetta atlantica* und anderen Formen, für sich allein betrachtet, eine Homologie mit dem Peristomfortsatz der Challengeriden kaum mehr erkennen lassen.

Der feinere Bau der Stacheln, insbesondere die Natur der Kammerung ist am besten an den mächtigen Radialstacheln der Plaktonetten zu studieren, obwohl auch hier wegen der komplizierten Lichtbrechungsverhältnisse eine erschöpfende Kenntnis, wenigstens am fertigen, vollständig verkieselten Skelett, nicht gewonnen werden kann. So viel darf jedenfalls gesagt werden, daß man am einzelnen Stachel (Textfig. 33h) eine äußere, mehrschichtige Hülle, deren äußere, wenig lichtbrechende Lage sich in die Wandung der hohlen Seitenäste fortsetzt, und einen inneren dünnwandigen Cylinder unterscheiden kann, dessen Hohlraum durch parallele Scheidewände in cylindrische, einreihig angeordnete Kammern geteilt ist. Im basalen Teil der Radialstacheln tritt, wie schon Haeckel für die Gazelletten angegeben hat, an Stelle der einfachen Reihe eine doppelte, und die zunächst noch regelmäßig angeordneten Kämmerchen der Doppelreihe gehen allmählich in das unregelmäßig-polyëdrische Wabenwerk des Peristoms über (Taf. LV, Fig. 447). Speciell bei *Planktonetta atlantica* und, wie aus der Beschreibung Haeckel's hervorgeht, bei verschiedenen *Gazelletta*-Arten ist besonders in den distalen Abschnitten der Stacheln noch eine besondere Bildung zu beobachten. Haeckel giebt unter Bezugnahme auf die von ihm beschriebenen *Gazelletta*-Arten an, daß die Septen der Kämmerchen stets von einer kleinen Oeffnung durchbohrt seien und daß diese Oeffnung gewöhnlich in ein kürzeres oder längeres Röhrchen verlängert sei. Die einzelnen Röhrchen, welche von Haeckel mit den Septal- oder

Siphonaldüten der Cephalopoden verglichen werden, seien in einer kontinuierlichen Reihe angeordnet, welche entweder in der Achse des Fußes oder parallel zu ihr gelagert sind.

Die Bildungen, welche HAECKEL bei seiner Beschreibung im Auge gehabt hat, habe ich speciell bei *Planktonella atlantica* genauer untersuchen können. Ich will vorausschicken, daß der Anblick der betreffenden Strukturen angesichts der starken Lichtbrechung naturgemäß ein sehr verschiedener ist, je nachdem man die Reihe der „Düten" im optischen Längsschnitt, von der

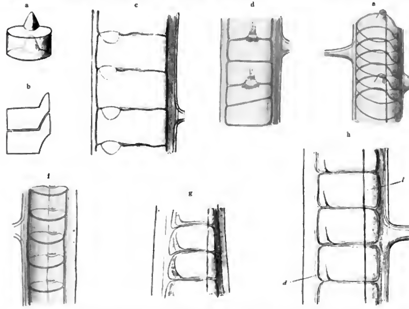


Fig. 33. Radialstacheln von *Planktonetta atlantica*. Richtung der Stachelspitze in sämtlichen Figuren nach oben. a und b Schema eines Kämmerchens mit Zahn, in Totalansicht und optischem Längsschnitt, c basales Stachelstück, d Mittelstück, Ansicht von innen, e Spitzenstuck, Schräganslcht, f Spitzenstuck, Ansicht von schräg-innen, g Spitzenstück mit seitlich gelegenen Düten, h Mittelstück mit seitlich gelegenen Düten. Längsleisten *(l)* und Dütenreihe *(d)*.

Innen- oder Außenseite des Stachels, von der Stachelspitze oder von der Stachelbasis aus betrachtet, und daß es daher nicht ganz leicht ist, die so verschieden erscheinenden Bilder aufeinander zu beziehen. Thatsächlich hat es mir bei keiner anderen feineren Skelettstruktur so viel Mühe gekostet, zu einem vollen Verständnis der räumlichen Verhältnisse zu gelangen.

Es ist in erster Linie zu bemerken, daß am *Planktonetta*-Stachel zwei längsgerichtete Strukturen vorkommen, welche allerdings in der Regel einander unmittelbar benachbart sind, in vielen Fällen aber, wenigstens streckenweise, weit voneinander rücken können, nämlich erstens eine der Stachelwandung auf- oder eingelagerte „Längsleiste" und zweitens die „Dütenreihe" (Textfig. 33 h, bei *l* und *d*).

Die erstere Bildung findet sich meistens nur in den distalen Teilen des Stachels (Taf. LVI, Fig. 452), seltener erstreckt sie sich bis nahe zur Basis. Ob diese Leiste der Stachelwandung auf- oder eingelagert ist, habe ich nicht mit voller Sicherheit entscheiden können, auch vermag ich über ihre Natur und Bedeutung nichts Näheres auszusagen. Vielleicht ist es erlaubt, an die Achsenfäden der Phäosphärien und Phäocalpien zu erinnern und demgemäß den Längsleisten der Planktonetten die Rolle von Primitivnadeln zuzuschreiben, welche den komplizierten Radialstacheln in statu nascendi als Grundlage gedient haben (vergl. oben S. 107).

Was die „Dütenreihe" anbelangt, so wird man am ehesten bei derjenigen Ansicht des Radialstachels, bei welcher die Düten im optischen Längsschnitt erscheinen, zu der von Haeckel vertretenen Auffassung geführt. In der That erhält man bei Betrachtung der mittleren Stachelpartien zunächst durchaus den Eindruck, als ob sich von jedem Kämmerchen ein der Wand einseitig angeschmiegter, an seiner Spitze offener Trichter in die folgende Kammer hineinerstreckt (Textfig. 33h). Nähert man sich indessen der Spitze des Stachels, so stellt es sich mit immer größerer Deutlichkeit heraus, daß es sich nicht um eine offene Verbindung zwischen je zwei Kämmerchen handelt, daß sich vielmehr jedes Kämmerchen mit einem platten, taschenförmigen Fortsatz in das folgende, distal gelegene vorstülpt (Textfig. 33g). Auch alle übrigen Ansichten von der Längs- und Querseite her bestätigen die Auffassung, daß die Kämmerchen nicht, nach Art der Dunstkammern der Cephalopoden, durch offene Röhrchen miteinander in Verbindung stehen, sondern durch taschenartige Ausstülpungen gewissermaßen miteinander verzahnt sind, in der Weise, wie dies schematisch in Textfig. 33a (körperliche Ansicht) und b (optischer Längsschnitt) dargestellt und außerdem in Textfig. 33d (Ansicht der Düten von innen, d. h. von der Achse des Stachels aus) zu sehen ist. Einige dieser Ansichten seien hier noch besonders besprochen, weil sie auf den ersten Anblick auf ganz andere Strukturen hinzuweisen scheinen. Textfig. 33e stellt einen Stachel in Schrägansicht dar. Dicht neben der „Längsleiste" zeigt hier jede der Kammerscheidewände einen regelmäßigen Einschnitt, und es wird so zunächst der Eindruck erweckt, als ob der Stachel mit einer äußeren Längsfurche versehen sei. Dies ist indessen keineswegs der Fall, vielmehr zeigt der Stachel in der Regel einen gleichmäßig kreisrunden oder elliptischen Querschnitt, und an der betreffenden Stelle höchstens eine leichte Abplattung, und wir haben es bei den genannten Einschnitten nur zu thun mit den Einbiegungen, welche der Rand jeder Kammerscheidewand an der Basis der Düten zeigt (vergl. Textfig. 33a). Die Düten oder Taschen selber stellen sich im übrigen bei dieser Stachelstellung nur als leichte Rauhigkeiten dar. Auch bei schräger Ansicht von innen (Textfig. 33f) bieten sich nicht die ganzen Düten dar, vielmehr ist nur ihre Kommunikation mit der zugehörigen Kammer in Gestalt eines schmalen Schlitzes zu sehen.

Ein wesentlich anderes Bild bieten die Basen der Radialstacheln dar. Hier haben die Düten die Form von dünnwandigen, nahezu hemisphärischen Auftreibungen der Kammerscheidewände, welche aber nicht gegen die Stachelspitze, sondern gegen das Peristom zu gerichtet sind (Textfig. 33c). Die Längsleiste pflegt hier, wie bereits erwähnt wurde, zu verstreichen.

Alles in allem bin ich also zu dem Ergebnis gelangt, daß speciell bei *Planktonetta atlantica* die einzelnen Kämmerchen nicht durch offene Röhrchen in gegenseitiger Verbindung stehen, sondern mittelst flacher, taschenförmiger Ausstülpungen miteinander verzahnt sind. Es liegen also Bildungen vor, welche ohne weiteres hinüberführen zu den komplizierteren Verhältnissen bei

Atlanticella, welche schon von BORGERT (1905, S. 119, Taf. X, Fig. 8a u. b) studiert worden sind. BORGERT fand speciell bei *Atlanticella planktonica*, daß man bei einer bestimmten Ansicht des Stachels die Scheidewände in Kurven verlaufen sieht, deren Anordnung entfernt an das Bild eines geflochtenen Zopfes erinnert. „Wo die gebogene Innenwand sich der Außenwand des Stachels nähert, springt die letztere ein wenig zurück, so daß alternierend an den einander gegenüber liegenden Seiten kleine schuppenartige Vorsprünge sichtbar sind." Mit dieser im übrigen nur von schematischen Abbildungen begleiteten Beschreibung stimmen im wesentlichen die Verhältnisse überein, welche ich bei den mir vorliegenden Formen gefunden habe. Bei der kleineren Form, *Atlanticella bicornis* (Taf. LIII, Fig. 433; Textfig. 34 a), haben die Kämmerchen der Stacheln die Gestalt von Flaschen und sind in den mittleren Partien des Stachels in zwei Reihen angeordnet, wie mit Sicherheit namentlich an denjenigen Stellen zu ersehen ist, wo die Kammern je eine kleine längliche Luftblase entfalten. Die Hälse der Flaschen sind gegen die Spitze des Stachels gerichtet, sie liegen der Innenfläche der Stachelhülle an und endigen je auf der Höhe eines dornenartigen Stachelanhangs. Von diesen Dornen aus erstreckt sich, wie gleich hier hinzugefügt werden soll, jeweils eine Querreihe kleinster Zähnchen etwa über ein Drittel des Stachelumfangs. An der Spitze des Stachels ziehen sich die flaschenförmigen Kämmerchen zu langen keulenförmigen Gebilden aus, während nahe der Stachelbasis an Stelle der Doppelreihe eine einzige Reihe von scheibenförmigen Kämmerchen tritt, welche je mit einem kurzen taschenförmigen Fortsatz mit dem distalen Nachbar verzahnt sind. Etwas anders liegen die Verhältnisse bei dem einzigen mir vorliegenden Exemplar von *Atlanticella morchella* (Taf. LIII, Fig. 434; Textfig. 34 b), von welchem allerdings nur die basalen Abschnitte der Stacheln erhalten sind. Ganz an der Basis ist auch hier nur eine Reihe von scheibenförmigen Kämmerchen vorhanden, etwas weiter distalwärts nehmen diese die Form von flachen Flaschen an, welche sich schuppen- oder dachziegelartig decken und zunächst wenigstens in 3—4 Reihen angeordnet sind. Die Hälse endigen auch hier an je einer Querreihe von kleinsten Zähnchen, welche aber nicht mit einem größeren Dorn, sondern nur mit einer höckerartigen Erhebung der Stachelrinde beginnen. Es ist klar, daß die bei *Atlanticella* auftretenden Strukturen sich ohne weiteres an die Verhältnisse bei *Planktonetta* anschließen lassen, und daß es sich auch hier in erster Linie wohl um eine Verzahnung, also um eine Verfestigung des Stachels bei möglichster Materialersparnis handelt.

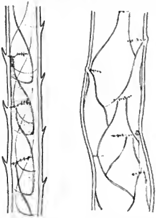

a b

Fig. 34. Stacheln von *Atlanticella bicornis* (a) und *morchella* (b).

Die Radialstacheln der Medusettiden sind fast stets mit Aesten oder sonstigen Anhängen versehen. Bei den kleinen Formen sind meist einige wenige stachelartige Seitenäste in bestimmter Zahl vorhanden (Taf. LIII), bei *Atlanticella* handelt es sich, wie bereits oben erwähnt wurde, um kürzere, in zwei Längsreihen angeordnete Dornen, an welche sich je eine Querreihe

von kurzen Zähnchen anschließt. Komplizierter ist die Verzweigung bei den Planktonetten, speciell bei *Planktonetta atlantica* (Taf. LVI, Fig. 452). Hier sind einerseits gegabelte, spitzig endende Terminaläste vorhanden, andererseits baumförmige Seitenäste, welche in 3 Längsreihen angeordnet sind und, wie schon Borgert beobachtet hat, an ihren zahlreichen langen, fadenförmigen Verzweigungen einen terminalen Kranz von 4—6 kurzen Zähnen und einen subterminalen Quirl von meistens 4 kräftigen Haken tragen. Wenn auch bei keinem Exemplar von *Planktonetta atlantica* die Weichkörperteile der Radialstacheln erhalten waren, so hege ich im Hinblick auf die Verhältnisse bei anderen Tripyleen nicht den geringsten Zweifel, daß auch im lebenden Zustand die ganzen Radialstacheln mit ihren gesamten Anhängen vom Calymma, d. h. von einer teils plasmatischen, teils gallertigen Hülle eingeschlossen sind (Taf. LV, Fig. 446), so wie dies zuerst von Bütschli (1882, S. 493) an der Cölodendride *Coelothamnus Davidoffi* direkt beobachtet worden ist. Vermutlich giebt die Gesamtheit der Hakenkränze das Niveau an, bis zu welchem sich bei minimalem Volumen das Calymma zusammenzieht.

Es sei nur noch kurz auf *Gorgonetta mirabilis* hingewiesen, bei welcher nach Haeckel (Rep., p. 1666, Taf. CXIX) die Hälfte der Radialstacheln sich in zahlreiche gegabelte Aeste fortsetzt, von denen jeder eine typische Spathille, d. h. eine gezähnelte Endscheibe trägt. Hier treten also wieder die männlichen Bildungen auf, welche einerseits bei den Aulacanthiden und Aulosphäriden, andererseits bei den Cölographiden eine häufige Erscheinung sind.

Von weiteren Skelettbildungen seien zunächst noch das intraphäodiale Stützgerüst, das Floß und das Diaphragma der Planktonetten, speciell von *Planktonetta atlantica* genauer besprochen.

Bei *P. atlantica* (Taf. LV, Fig. 446) ist die ganze Schale von der Centralkapsel ausgefüllt, deren Endoplasma, soweit am konservierten Material zu ersehen ist[1]), größtenteils durch wäßrige Gallerte verdrängt ist und welche daher die Funktion eines Schwebeapparates übernommen hat. Im Zusammenhang damit ist bei *P. atlantica* der das Phäodium einschließende extrakapsuläre Weichkörper außerhalb der Schale und speciell außerhalb des gleich zu besprechenden Diaphragmas gelagert, und zwar wird er hier gestützt einerseits durch ein das Phäodium durchziehendes und die Phäodellen gruppenweise umspinnendes Gerüstwerk von verzweigten und anastomosierenden Stützfäden (intraphäodiales Stützgerüst), andererseits dient ihm eine mit der Schale und speciell mit dem Peristom verbundene, schräg zur Schalenachse gestellte, ellipsoidische Blase, das „Floß“, als Unterlage.

Schon Fowler (1903) hat eine sehr genaue und im wesentlichen richtige Darstellung dieser Verhältnisse gebracht. Bei dem großen Interesse, welches *Planktonetta atlantica* als das zweifellos am höchsten differenzierte Radiolar beansprucht, dürfte es indessen lohnend sein, an der Hand einiger genauerer Abbildungen und unter Hinzufügung einer Anzahl von wissenswerten Einzelheiten nochmals eine eingehende Schilderung der fraglichen Strukturen zu geben.

Was zunächst das **intraphäodiale Stützskelett** anbelangt, so wird dasselbe im wesentlichen gebildet durch die reich verzweigten und miteinander anastomosierenden fadenförmigen Aeste von stiftförmigen Bildungen, welche an der Innenfläche des Peristomrandes, vereinzelt auch

1) Siehe oben S. 284 die Beschreibung, welche Hensen vom lebenden Tier gegeben hat.

an der Basis der Radialstacheln entspringen und annähernd horizontal über das Diaphragma ausladen, bezw. sich über dasselbe herüberwölben (Taf. LVI, Fig. 451 bei *a*; Taf. LVII, Fig. 455 *rst*; *sp. I* bei Fowler). Zweifellos sind diese Randstifte homolog den Seitenästen der Randstacheln, und ihre fadenförmigen Verzweigungen entsprechen den Ankerfädchen. Bei 2 von mir geschnittenen Exemplaren erwies sich das Maschenwerk der Stützfäden als stark färbbar (Taf. LVII, Fig. 455), bei einem dritten, mit 3 Centralkapseln ausgestatteten Exemplar fehlte dasselbe (Taf. LVIII, Fig. 456). Es geht daraus hervor, daß diese Stützfäden aus organischer Substanz bestehen, bezw. nur schwach verkieselt sind und einer Auflösung und wahrscheinlich einer Neubildung unterliegen können. Zum Teil treten diese Stützfäden auch mit der Innenfläche des Flosses in Verbindung (*sp. IV* bei Fowler), insbesondere sah ich bei einem Exemplar etwa über der Mitte des Diaphragmas ein Büschel von konvergierenden Fäden, welche nahe der Innenfläche des Flosses sich zu einem Strang vereinigten, welcher seinerseits mit einigen wurzelartigen Ausläufern am Flosse ansetzte (Taf. LVI, Fig. 451 bei *c*; vergl. auch Taf. LVII, Fig. 455 *cst*).

Fowler erwähnt außer diesen Stützfäden noch weitere, welche von der Innenfläche der Grübchenzone des Peristomrandes entspringen, insbesondere ein besonders starkes Bündel, welches zwischen den beiden vordersten Stacheln in der Tiefe des Peristoms entspringt und über das Diaphragma ragt (*sp. V* bei Fowler). Ich habe dieses letztere Bündel, welches zweifellos mit den übrigen Fäden anastomosiert, ebenfalls gefunden (Taf. LVI, Fig. 451 *b*), dagegen sonst an der Innenfläche der Grübchenzone keine Anhänge entdecken können.

Das **Floss** selber stellt eine Blase von der Gestalt eines abgeflachten Ellipsoides dar, deren Rand namentlich bei Betrachtung in Alkohol eine lebhaft irisierende, meist purpurrote oder grüne Färbung zeigt (Taf. LV). Auf Schnittpräparaten ist zu erkennen, daß die Platte aus zwei dicht übereinander gelagerten kieseligen Lamellen besteht und an ihrer Außen- und Innenfläche von einer dünnen Sarkodeschicht überzogen ist (Taf. LVII, Fig. 455 *f*). Die Iridescenz ist demgemäß als Interferenzerscheinung nach Art der Farben dünner Plättchen aufzufassen.

Der Zusammenhalt des Flosses mit der Schale wird vermittelt 1) durch Teile des oben beschriebenen intraphäodialen Stützskelettes (Fig. 455 *cst*; *sp. IV* bei Fowler); 2) durch eine Reihe von etwa 12 häkchenförmigen Stiften, welche nebeneinander am „hinteren“ Rande des Peristoms stehen und mit ihren häkchenförmig umgebogenen Enden in Löcher oder Grübchen der Floßwandung eingreifen (Taf. LV, Fig. 446; Taf. LVII, Fig. 455 *hst*; Textfig. 35; *sp. II* bei Fowler); 3) durch Stützfäden, welche teils an der Außenfläche der Porenzone des Peristoms, teils an der hinteren Fläche der Schale, also außerhalb des Peristoms, an einem kurzen Stift oder mit einem Wurzelgeflecht entspringen und mit einem ebensolchen am Flosse ansetzen (Taf. LV, Fig. 446, 449; Taf. LVII, Fig. 455 *sst*; *sp. III* bei Fowler).

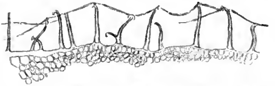


Fig. 35. Häkchenförmige Stifte am Hinterrande des Peristoms von *Planktonetta atlantica* (Floßhalter).

Die Bedeutung des Flosses von *Planktonetta* sehe ich, wie bereits oben angedeutet wurde, einerseits darin, daß es dem aus der Schale verlagerten Phäodium als Unterlage dient,

andererseits dürfte es als sekundärer Schwebeapparat, sowie auf Grund seiner glatten Außenfläche bei der vertikalen Ortsveränderung des Tieres als Gleitfläche bezw. als Fallschirm funktionieren.

Das **Diaphragma** von *P. atlantica* stellt eine nahezu kreisrunde Platte dar, deren Rand verdickt und mit zapfenartigen Fortsätzen versehen ist, welch letztere in die Einsenkungen der „Grübchenzone" des Peristomrandes eingreifen (Taf. LVI, Fig. 450; Taf. LVII, Fig. 455). Fowler schreibt dem Diaphragma einen fibrösen Charakter zu und betrachtet dasselbe als eine lokale komplementäre Verdickung der Centralkapsel. Die eigentliche Centralkapsel ist nach Fowler einschichtig und mit dem Diaphragma durch lamellöse Fortsätze verbunden, welche „penetrate through the thin refractile central capsule" und „appear to have been inserted into the diaphragm, serving to hold the central mass of protoplasm in place". Ferner ist das Diaphragma und die Centralkapsel nach Fowler nahe dem vordersten Teil ihrer Cirkumferenz von einem Bündel von 17—25 feinen Röhren durchbohrt, welche als „communicating tubes" bezeichnet werden und den Porenfeldern, Astropylen u.s.w. entsprechen sollen, insofern sie das intrakapsuläre und extrakapsuläre Protoplasma miteinander verbinden.

Nach meinen eigenen Befunden vermag ich mich zunächst der Ansicht Fowler's durchaus anzuschließen, wonach das Diaphragma der Planktonetten morphologisch eine lokale Verdickung der äußeren Centralkapselhülle oder Ektocapsa ist. Speciell bei *Planktonetta atlantica* setzt sich das Diaphragma regelmäßig aus vier parallelen, stark färbbaren Lamellen zusammen (Fig. 455). An dem verdickten Rande treten die Lamellen durch Quersepten miteinander in Verbindung, so daß der Rand im Schnitt ein spongiöses Aussehen mit radiär gerichteten Waben erhält. Die zapfenförmigen Fortsätze des Diaphragmarandes stellen sich im Schnitt als blasige, von einer einfachen färbbaren Membran umhüllte Knöpfe dar, deren Hohlraum von der nämlichen färbbaren, im lebenden Zustand offenbar gallertigen Substanz ausgefüllt ist, welche sich auch zwischen den Lamellen befindet. Wiederholt sah ich, daß am konservierten Tier das Diaphragma an der vorderen (der Floßseite gegenüberliegenden) Seite des Peristoms mit seinen Zapfen nicht in die Grübchen eingriff, sondern sich etwas zusammengezogen hatte und so einen halbmondförmigen Spaltraum frei ließ (Taf. LVI, Fig. 450). Gleichzeitig war das Diaphragma ein wenig in den Schalenraum hereingedreht (Taf. LV, Fig. 447). Man wird mit der Möglichkeit rechnen dürfen, daß auch im lebenden Zustand eine ähnliche Beweglichkeit des Apparates besteht und daß also das Diaphragma, unter Volumverminderung der zwischen seinen Lamellen befindlichen Gallerte, seine Zäpfchen aus den Grübchen herausziehen und der sich zusammenziehenden Centralkapsel durch eine kleine Drehung folgen kann. Demnach möchte ich also in den Zäpfchen und Grübchen einen Verschluß- und Oeffnungsmechanismus sehen, welcher bei der vertikalen Ortsveränderung des Tieres in Wirksamkeit tritt und im wesentlichen dazu dient, eine Volumveränderung der die Schale ausfüllenden Centralkapsel zu ermöglichen.

Was die von Fowler beschriebenen „laminated projections" (1903) oder „suspensory processes" (1904) anbelangt, so sind dieselben, wie ich hier gleich erwähnen will, sicher nichts anderes als vervielfachte Astropylen. Dieselben stellen sich an Schnittpräparaten als polsterförmige Erhebungen des durch Wirkung der Reagenzien vom Diaphragma zurückgezogenen Endoplasmas dar und zeigen radiär geordnete, von der Oberfläche nach innen vorspringende Lamellen, ganz wie die Astropylen aller anderen Tripyleen (Fig. 455). Wiederholt glaubte ich auf Schnitten

feststellen zu können, daß die Astropylen nur von der dünnen Centralkapselhülle (Endocapsa) bedeckt sind (Fig. 455, Mitte), während das Diaphragma (Ektocapsa) über der betreffenden Stelle eine Durchbrechung oder wenigstens eine Verdünnung zeigte. Zwischen Endocapsa und Ectocapsa sah ich regelmäßig einzelne schwach färbbare Substanzballen liegen (Fig. 455, Mitte). Ueber die Zahl der Astropylen kann ich keine ganz bestimmten Angaben machen, doch beträgt dieselbe mindestens 15—20.

Während so die „laminated projections" als Astropylen zu bezeichnen sind, stellen die „communicating tubes", wie ich ebenso sicher zu behaupten vermag, die Parapylen dar. Auf Schnittpräparaten habe ich mit vollkommener Deutlichkeit die dunkel gefärbten, napfförmigen „Bulbi" erkennen können (Fig. 455, rechts), und auch die S-förmig geschweifte Form der „communicating tubes" steht ja keineswegs als isoliertes Vorkommnis da, vielmehr zeigen die „Oeffnungskegel" der Tuscaroren und mancher anderen Tripyleen nahezu die nämliche Verlaufsrichtung. Die Zahl der Parapylen ist so wenig wie die der Astropylen sicher festzustellen gewesen, da ich sie nur auf Schnitten mit Deutlichkeit voneinander unterscheiden konnte. Doch möchte ich auch für sie die Zahl 15—20 als wahrscheinlich richtig annehmen. Auf diese Verhältnisse wird später, bei Besprechung der Centralkapsel, nochmals zurückzukommen sein.

Bei den engen Beziehungen, welche das Diaphragma der Planktonetten zu dem Peristom aufweist, wurde das erstere schon im Zusammenhang mit den kieseligen Skelettbildungen der Medusettiden besprochen, obwohl es, wie bereits erwähnt wurde, als eine Bildung der Centralkapsel aufzufassen ist und daher erst später, bei der Schilderung des Weichkörpers, hätte Erwähnung finden sollen. Wir kehren jetzt zu den kieseligen Skelettbildungen der Medusettiden zurück und haben hier noch einiger ganz specialisierter Vorkommnisse zu gedenken, welche schon von Fowler und Borgert beschrieben worden sind und im folgenden mit den einfacheren Verhältnissen der übrigen Medusettiden in Zusammenhang gebracht werden sollen.

In seinen „Notes on the anatomy of *Gazelletta*" (1904) beschreibt Fowler 2 einander nahestehende Medusettiden, die er vorläufig mit *Gazelletta fragilis* Borgert zu vereinigen geneigt ist. Bei den beiden von Fowler untersuchten Formen ist zu unterscheiden der „Körper" und der „Kopf". Ersterer (Textfig. 36 u. 37 *cc*) stellt eine sphärische oder ovoide Blase dar mit tief färbbarer Wandung und dürfte nach Fowler als Centralkapsel anzusprechen sein. Dieselbe ist, wie bei *P. atlantica*, durch „suspensory processes" und communicating tubes" mit einem Diaphragma (Textfig. 37 *d*) verbunden, welches aber mit dem eigentlichen Skelett nicht im Zusammenhang steht. Der „Kopf" besteht aus einem „Schalenmund" und aus 10—13 längs der Außenseite der Centralkapsel zurückgebogenen Armen (Textfig. 36). Der Schalenmund ist gegen das Phäodium zu überwölbt von einer haubenförmigen Kieselschale, welche in der Nähe des Peristoms ziemlich dick und wabig strukturiert, an ihrem Scheitel aber zu einem zarten Häutchen (film, Textfig. 36 *o*, 37 *sh*) verdünnt ist. Wie gesagt, vereinigt Fowler seine Formen mit der Borgert'schen *Gazelletta fragilis* (Taf. LVI, Fig. 454) und glaubt demnach, daß jene zarte, im Phäodium gelegene Kieselhaube der Schale der *G. fragilis* entspricht.

Neuerdings hat auch Borgert (1905) die von Fowler beschriebenen Formen diskutiert. Borgert hält an den von Fowler angenommenen Beziehungen zu *Gazelletta fragilis* fest, er stellt ferner für die Fowler'sche Form und für seine *Gazelletta fragilis* die neue Gattung *Nationaletta* auf und sucht einen Vergleich mit *Atlanticella* zu ziehen, ohne jedoch zu einem abschließenden

Ergebnis bezüglich des gegenseitigen Verhältnisses aller dieser specialisierten Formen zu gelangen.

Im Material der deutschen Tiefsee-Expedition fanden sich nun einerseits Bruchstücke einer Form, welche zweifellos mit der von Borgert (1902, S. 570, Fig. G) aufgestellten *Gazelletta fragilis* identisch ist, im übrigen aber, was die Beschaffenheit der Radialstacheln und ihrer Anhänge, das Vorhandensein einer Porenzone in der Schale und den Besitz eines typischen „Flosses" betrifft, eine weitgehende Uebereinstimmung mit *Planktonetta atlantica* zeigt (Taf. LVI, Fig. 454); andererseits enthielt die „Valdivia"-Ausbeute, wie ich schon früher (1904, S. 151, Fig. 19) mit-

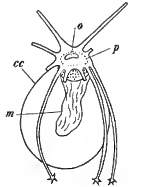


Fig. 36. *Nationaletta* sp. nach Fowler. *cc* Centralkapsel, *m* innere Hüllenmembran, *p* Porenreihe, *o* ? Schalenöffnung.

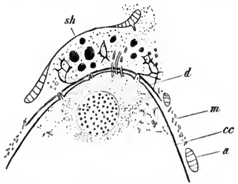


Fig. 37. Medianschnitt durch *Nationaletta* sp. nach Fowler. *sh* Außenschale, *d* Diaphragma, *m* Maschenwerk zwischen den Armen, *cc* Centralkapsel, *a* Durchschnitt durch die Arme.

geteilt habe, ein prachtvoll erhaltenes Exemplar einer koloniebildenden, aus 4 Individuen zusammengesetzten Form, deren Einzeltiere in jeder Hinsicht mit den Fowler'schen Formen übereinstimmen (Taf. LIV). Ich zweifle auf Grund dieser Befunde nicht daran, daß die *Gazelletta fragilis* Borgert und die von Fowler beschriebenen Formen verschiedenen Gruppen angehören, und daß speciell die erstere der Gattung *Planktonetta* einzureihen ist, letztere dagegen mit der koloniebildenden Form der „Valdivia-Ausbeute" zu vereinigen sind und für diese Gruppe die Borgert'sche Gattungsbezeichnung *Nationaletta* in Anwendung zu bringen ist.

Die mir vorliegende *Nationaletta*-Art, (Taf. LIV, Fig. 443—445), welche ich als *Nationaletta valdiviae* bezeichnen möchte, stimmt, wie namentlich die Untersuchung von Schnittpräparaten (Taf. LVIII, Fig. 456) lehrte, in allen wesentlichen Punkten mit der Fowler'schen Form überein. Es konnte mit Sicherheit festgestellt werden, daß die den Kern enthaltende Blase (Fig. 443 u. 456*c*) wirklich, wie Fowler vermutet, der zur Schwimmblase umgebildeten Centralkapsel und nicht der Schale (Primärschale) der Planktonetten entspricht, daß also die Primärschale selber hier mit Ausnahme des Peristoms vollkommen in Wegfall gekommen ist und daß als einziger Schutz für die als Schwebeapparat dienende Centralkapsel die nach hinten zurückgebogenen Radialstacheln dienen. Weiterhin war auch das Diaphragma (Fig. 456*d*) als eine der Endocapsa

aufgelagerte, mit dem Peristom offenbar nicht in Verbindung stehende und von zahlreichen Astropylen und Parapylen (den „suspensory processes" und „communicating tubes" FOWLER's) durchbrochene Differenzierung der Ektocapsa zu erkennen, und über dem Peristom wölbte sich eine das Phäodium durchsetzende, haubenförmige Sekundär- oder „Außenschale" (Fig. 443, 444, 456 *as*), welche möglicherweise durch Differenzierung eines Teiles des intraphäodialen Stützgerüstes von *Planktonetta atlantica* entstanden ist. An ihrer Kuppe war diese Außenschale in ähnlicher Weise, wie dies FOWLER für seine Form als möglich hinstellt (Textfig. 36), von einer weiten Oeffnung durchbrochen, dagegen konnte ich den von FOWLER auf seiner Skizze angegebenen Porenkranz nicht erkennen. Zu erwähnen ist hier noch, daß, wie ich bereits früher (1901) hervorgehoben habe, die Radialstacheln mit der (damals als Spannhaut beschriebenen) Centralkapsel durch besonders differenzierte Seitendornen verbunden sind, „welche von den spitzigen Seitendornen der freien Stachelabschnitte durch den Besitz kleiner Spathillen unterschieden sind" (Fig. 443). Untereinander sind die 4 Exemplare der Kolonie einmal dadurch verbunden, daß von jedem Einzelindividuum 3 Radialstacheln gegen das Centrum gerichtet sind und daß diese centralen Stacheln in der Mitte der Kolonie ein Flechtwerk bilden, ähnlich den Radialstacheln der Aulacanthiden (Fig. 445); und zweitens dadurch, daß sich zwischen je 2 benachbarten Individuen eine die gemeinschaftliche Weichkörpermasse umhüllende Sarkodehaut baldachinartig ausspannt. Die Phäodien der 4 Individuen sind zu einer kranzartigen Masse vereinigt.

Es ist unschwer zu erkennen, daß man in der *Nationaletta Valdiviae* und in den ihr zweifellos sehr nahestehenden FOWLERschen Formen eine über die Organisation von *Planktonetta* hinausgehende Weiterdifferenzierung vor sich hat: die eigentliche Schale oder Primärschale ist vollkommen in Wegfall gekommen, die durch die zurückgebogenen Radialstacheln gestützte Centralkapsel hat sich noch mehr in der Richtung einer Schwebeeinrichtung weiterentwickelt, ohne dabei die auf der Organisationshöhe von *Planktonetta* erworbenen Sonderdifferenzierungen (Diaphragma, vermehrte Zahl der Astropylen und Parapylen) aufzugeben, und endlich ist neben das intraphäodiale Stützskelett und zum Teil an Stelle desselben eine sekundäre Außenschale getreten, welche wohl dazu dienen soll, dem phäodialen Teil des Weichkörpers einen festeren Halt zu gewähren.

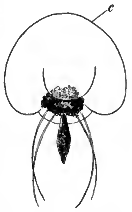


Fig. 38. *Atlanticella craspedota* nach BORGERT.

Von hier aus ist aber nur ein Schritt bis zu den höchst merkwürdigen Verhältnissen, welche zuerst von BORGERT für *Atlanticella* beschrieben worden sind: die Centralkapsel (Textfig. 38 *c*) ist hier in excessiver Weise zu einer mächtigen Blase umgebildet, an deren Unterseite der phäodiale Weichkörperteil, das Peristom mit den an Zahl reduzierten Radialstacheln und die beutel- oder klöppelartige Außenschale als unscheinbarer Appendix hängt.

Alles in allem ergiebt sich also, was die Differenzierung beziehungsweise Reduktion der einzelnen Skeletteile anbelangt, innerhalb der Familie der Medusettiden eine kontinuierliche

Reihenfolge: dieselbe beginnt mit den kleinen, Challengeriden-ähnlichen Medusetten und Euphysetten, deren Schale noch vollständig die Centralkapsel und das Phäodium beherbergt; es folgen die kleinen Gazelletten mit haubenförmiger Schale, mit weiter Schalenöffnung und mächtigen Radialstacheln, bei welchen Centralkapsel und Phäodium ebenfalls noch innerhalb der Schale selber gelegen sind; daran schließen sich die großen, tiefenbewohnenden Planktonetten an, bei denen die durch eingelagerte Gallertmassen vergrößerte und als Schwebeapparat dienende Centralkapsel die Primärschale vollständig ausfüllt und das Phäodium infolgedessen aus der Schale herausgedrängt ist; endlich folgen die Nationaletten und Atlanticellen mit zurückgebildeter Schale, mit noch mehr vergrößerter Centralkapsel und mit einer sekundären, teilweise dem intraphäodialen Stützskelett der Planktonetten entsprechenden Außenschale.

Auch bezüglich des Weichkörpers der Medusettiden vermag ich die Angaben der früheren Autoren in einigen Punkten zu ergänzen. Vom extrakapsulären Teil des Weichkörpers ist allerdings am konservierten Material, abgesehen vom Phäodium, in der Regel nichts zu erkennen, und es liegt eigentlich nur eine einzige direkte Beobachtung vor, nämlich die Feststellung einer verhältnismäßig derben Außenmembran, welche bei der koloniebildenden *Nationaletta Valdiviae* (Taf. LIV, Fig. 445) die im Centrum der Kolonie gelegenen Weichkörperteile umschließt und sich baldachinartig zwischen den nach außen gerichteten Radialstacheln je zweier benachbarter Einzeltiere ausspannt. Im Hinblick auf die Beobachtungen bei anderen Tripyleen läßt sich ferner, wie bereits erwähnt wurde, mit großer Wahrscheinlichkeit die Vermutung aussprechen, daß speciell die Radialstacheln der Planktonetten in ihrer gesamten Länge in einen die Ankerfädchen einhüllenden Gallertmantel eingeschlossen sind (Taf. LV, Fig. 446), und ich zweifle nicht daran, daß auch die langen Radialstacheln der Gazelletten, Nationaletten und Atlanticellen nicht nackt in das Wasser ragen, sondern von einer großenteils wohl plasmatischen Hülle bedeckt sind, in ähnlicher Weise, wie dies z. B. für die Tuscaroren festgestellt werden konnte (vergl. Taf. XXII, Fig. 180).

Das Phäodium zeigt die nämliche Zusammensetzung, wie bei allen anderen Tripyleen. Speciell bei den Planktonetten und Nationaletten vermochte ich auf Schnitten eine ganz ähnliche Beschaffenheit der Phäodellen und die nämlichen Nahrungsbestandteile — darunter viele *Coscinodiscus*-Schalen — wie bei den größeren Aulacanthiden und bei den Tuscaroren festzustellen (Taf. LVII, Fig. 455; Taf. LVIII, Fig. 456; Tafel LIX, Fig. 459).

Eine eigentümliche Wandlung erfährt, wie bereits zu wiederholten Malen berührt wurde, die Centralkapsel der Medusettiden. Bei den kleineren Formen aus den Gattungen *Medusetta* und *Euphysetta*, sowie bei den ebenfalls sehr zierlichen Gazelletten zeigt die Centralkapsel noch die nämliche Lage und Form wie beispielsweise bei den Challengeriden. Im aboralen Schalenraum gelegen, weist die Kapsel im allgemeinen eine ellipsoidische Gestalt auf. Was die Zahl der Oeffnungen anbelangt, so vermochte ich an den vorliegenden Präparaten die Frage nicht zu entscheiden, ob, wie Haeckel angiebt, in der That nur eine Astropyle, dagegen keine Parapylen vorhanden sind. Zu Gunsten dieser Ansicht könnten die Verhältnisse bei *Atlanticella* angeführt werden, deren Centralkapsel nach Borgert nur einen, offenbar der Astropyle entsprechenden „Strahlendeckel", aber keine Parapylen besitzt. Indessen ist darauf hinzuweisen, daß *Atlanticella* eine sehr hoch specialisierte Form darstellt und daher nicht ohne weiteres zum Vergleich herangezogen werden kann. Im Gegenteil ist wohl zu erwarten, daß, ähnlich wie bei den nächst-

verwandten Challengeriden, auch bei den primitiveren Medusettiden bei weiteren Untersuchungen Parapylen nachgewiesen werden, um so mehr, da ja solche auch bei den Planktonetten und Nationaletten zu finden sind.

Bei den Planktonetten weist die Centralkapsel eine Reihe besonderer Modifikationen auf: sie schwillt zu einer mächtigen, die Schale vollständig ausfüllenden Blase auf, und zwar, soweit am konservierten Material festgestellt werden kann, höchst wahrscheinlich unter Abscheidung großer Massen wäßriger Gallerte innerhalb der intrakapsulären Sarkode, ferner hat sich die Ektocapsa der Centralkapsel zu einem den Schalenmund verschließenden Diaphragma differenziert, und endlich ist die ebenfalls schon hervorgehobene außerordentliche Proliferation der Astropylen und Parapylen eingetreten.

Was zunächst die Aufblähung der Centralkapsel anbelangt, so ist dieselbe offenbar so zu deuten, daß die Centralkapsel, abgesehen von ihrer Bedeutung als einer den Kern beherbergenden Schutzhülle, in erhöhtem Maße die Funktion eines Schwebeapparates übernimmt. Etwas ganz Neues ist ja damit nicht geschaffen: denn wiederholt, insbesondere bei Besprechung der Tuscaroren, wurde darauf hingewiesen, daß das Auftreten sehr großer und dichtgedrängter „Alveolen" in der intrakapsulären Sarkode vermutlich dazu dient, das specifische Gewicht der als hydrostatischer Apparat funktionierenden Centralkapsel zu verringern. In keiner anderen Tripyleengruppe tritt aber diese Funktion der Centralkapsel in so ausgeprägter Weise hervor, wie bei den großen Medusettiden, wie denn überhaupt bei diesen Formen durch das Bedürfnis einer Steigerung des Schwebevermögens eine ganze Reihe interessanter Differenzierungen bedingt sind.

Auf die Umbildung des astropylären Teiles der Centralkapselhülle, speciell der Ektocapsa, zum Diaphragma wurde schon früher, bei Besprechung der Skelettbildungen, eingegangen. Hier sei noch hinzugefügt, daß der der Innenfläche der Schale anliegende Teil der Centralkapselhülle, wie auch Fowler gesehen hat, nur aus einer einzigen Schicht besteht, welche die Fortsetzung der Endocapsa bildet (Taf. LVII, Fig. 455). Sehr häufig sieht man diesen Teil der Wandung infolge der plasmolytischen Wirkung der Reagenzien auf den Centralkapselinhalt stark geschrumpft und zusammengefaltet (Taf. LV, Fig. 448 u. 449, obere Schalenhälfte; Taf. LVII, Fig. 455).

Was speciell noch die Vermehrung der Astropylen und Parapylen bei *Planktonetta* anbelangt, so mag hier zunächst darauf hingewiesen werden, daß dieses Verhältnis offenbar schon bei den nächsten Verwandten der Medusettiden, den Challengeriden, und zwar speciell bei *Challengeria Naresi* mit ihren 2 Astropylen angebahnt ist. Weshalb nun aber gerade bei *Planktonetta* diese außerordentliche Proliferation der Centralkapselöffnungen eingetreten ist, läßt sich schwer sagen. Daß nicht schon durch die Vergrößerung der Centralkapsel allein eine Vermehrung der Oeffnungen bedingt ist, geht aus der Betrachtung von *Atlanticella* hervor, bei welcher trotz der enormen Ausdehnung der Centralkapsel nur eine Astropyle entwickelt ist. Man wird also am ehesten noch zu der Annahme geführt, daß durch die mit der Diaphragmabildung zusammenhängende Abflachung der Astropylenseite der Centralkapsel und durch das Bedürfnis, eine festere Verbindung zwischen Centralkapsel und Diaphragma herzustellen, die Vermehrung der Astropylen und korrelativ auch die Proliferation der Parapylen hervorgerufen wurde.

Die Strukturverhältnisse, welche die Centralkapsel der Planktonetten aufweist, gelangen bei den Nationaletten und Atlanticellen zur höchsten Vollendung, insofern hier die ursprüngliche Schale in Wegfall kommt und die Centralkapsel zu einem riesigen, die Dimensionen des

Phäodiums und der sekundären Außenschale bei weitem übertreffenden Gebilde anschwillt (Taf. LIV, Fig. 443). Speciell bei *Atlanticella* zeigt diese Blase an der Oralseite 4 große, rundliche, kreuzweise gestellte Vorwölbungen, so daß sie, wie Borgert sagt, das Aussehen einer Tomatenfrucht erhält (Textfig. 38).

Die Nationaletten zeigen hinsichtlich des Baues der Centralkapsel insofern noch eine größere Uebereinstimmung mit den Planktonetten, als der astropyläre Teil der Ektocapsa zu einem Diaphragma umgebildet ist, welches, ganz wie bei *Planktonetta atlantica*, durch eine größere Anzahl von Astropylen und Parapylen mit der intrakapsulären Sarkode verbunden ist. Auf dem Schnittbild (Taf. LVIII, Fig. 456) erscheinen Centralkapsel-Sarkode und Diaphragma infolge der Wirkung der Reagenzien voneinander getrennt. An der Außenfläche der ersteren sind (links) die Bulbi einiger Parapylen und außerdem 4 etwas deformierte Astropylen zu erkennen. In dem aus 4—5 parallelen Lamellen bestehenden Diaphragma stecken die „Oeffnungskegel" oder Kamine der Parapylen. Während das Diaphragma der Centralkapsel kappenförmig aufzulagern scheint (Textfig. 37; Taf. LVIII, Fig. 456), setzt sich die Endocapsa in die aborale, sehr derbe Centralkapselhülle fort. Auf Schnitten (Fig. 456) stellt sich dieser für die Schale vikarierende Teil an einigen Stellen als eine dicke Wandung dar, welche aus zwei dunkel färbbaren Grenzlamellen und einer homogen gefärbten Zwischenschicht zu bestehen scheint. Doch konnte ich über die Struktur nicht vollkommen ins klare kommen.

Was die letzte der hoch specialisierten Gattungen, *Atlanticella*, anbelangt, so muß ich mich, da mir keine Exemplare mit Weichkörpern zur Verfügung stehen, bezüglich des Baues der Centralkapsel auf die Beschreibung Borgert's beziehen. Borgert giebt an, daß die Centralkapselwandung aus einem inneren, der Endocapsa entsprechenden Häutchen und einer äußeren Hüllschicht besteht, welch letztere in manchen Fällen durch eingelagerte Kieselsubstanz verstärkt, in anderen Fällen aber so dehnbar und elastisch ist, „daß, wenn eine Verkieselung überhaupt bestand, diese jedenfalls nur äußerst geringfügig sein kann". Während bei *Planktonetta* und *Nationaletta* eine vermehrte Anzahl von Astropylen und Parapylen festgestellt werden konnte, ist an der Centralkapsel von *Atlanticella* nur eine einzige, vermutlich der Astropyle der übrigen Tripyleen entsprechende Differenzierung zu erkennen. Borgert beschreibt dieselbe als eine rundliche, deckelartige Bildung, welche am oralen Pole der Centralkapsel in der Mitte der von den vier Buckeln umstellten eingesenkten Fläche gelegen ist, eine mittlere, rundliche Oeffnung besitzt und von radiären Streifen durchzogen ist. Letztere stellen sich auf Schnittpräparaten als leistenförmige Verdickungen der Centralkapselmembran dar.

In Bezug auf die Lage des Kernes innerhalb der Centralkapsel ist hervorzuheben, daß derselbe bei den kleinen Medusettiden ungefähr die Mitte der Centralkapsel einnimmt, wie dies bei den meisten übrigen Tripyleen der Fall ist. Bei den großen Tiefenformen ist er dagegen exzentrisch gegen die Oralseite verschoben und von einer scheibenförmigen Ansammlung dichteren, von kleineren Vakuolen durchsetzten intrakapsulären Protoplasmas umgeben (Taf. LVII, Fig. 455; Taf. LVIII, Fig. 456). Der ganze übrige Raum der Centralkapsel erscheint auf den Präparaten leer, ist aber im lebenden Zustand zweifellos von dünnflüssiger Gallerte, d. h. von zusammengeflossener Alveolensubstanz, erfüllt. Auf der Aboralseite des Kernes, und zwar unmittelbar hinter demselben, ist das intrakapsuläre Protoplasma ziemlich scharf, beinahe membranartig, gegen diese Gallertmassen abgegrenzt, so daß der Kern speciell bei *Planktonetta* und *Nationaletta* am Toto-

präparat wie von einer derbwandigen Kapsel umhüllt erscheint (Taf. LIV, Fig. 443 u. 445). In den seitlichen Partien dagegen zeigt das intrakapsuläre Protoplasma ein gröber vakuolisiertes Aussehen und eine zerrissene Beschaffenheit, welche daher rührt, daß hier die Protoplasmalamellen und -stränge allmählich in die aborale Gallertmasse verstreichen und auslaufen (Taf. LVII, Fig. 455; Taf. LVIII, Fig. 458).

Der Kern zeigt bei den kleinen Formen im wesentlichen die ellipsoidische Gestalt der Centralkapsel. Bei den Planktonetten und Nationaletten besitzt er, wenigstens im konservierten Material, eine mehr scheiben- oder kuchenförmige Form (Fig. 455 u. 458), während er bei *Atlanticella* nach Borgert einen kugeligen oder ovalen Körper darstellt.

Ueber die feineren Kernstrukturen haben die bisherigen Autoren aus Mangel an gut konserviertem Material keine genaueren Angaben machen können. Nach Haeckel enthält der Kern der Medusettiden zahlreiche Nukleolen, Fowler findet im Kern der mit Formalin fixierten Planktonetten zahlreiche große runde Chromatinkörner und außerdem Flecken von einem schwächer gefärbten Plasma, und Borgert beschreibt bei *Atlanticella* eine Verteilung des Chromatins in Gestalt unregelmäßiger Klümpchen und Brocken. Ich habe an mehreren mit Flemming'scher Flüssigkeit konservierten Exemplaren von *Planktonetta atlantica* und zu meiner Ueberraschung auch an Alkoholmaterial von *Planktonetta* und *Nationaletta* die von manchen Aulacanthiden her bekannten Kernstrukturen zum Teil in ausgezeichneter Weise erhalten gefunden. Bei ersteren (Taf. LVII, Fig. 455) waren innerhalb des zerfetzten, in Form eines körnigen Gerinnsels niedergeschlagenen Grundplasmas dunkel färbbare, gleichmäßig verteilte Chromatinstränge und eine besonders große Menge der von anderen Tripyleen her bekannten traubenförmigen Körncheneinlagerungen (? Fettträubchen) zu beobachten, bei der in Alkohol konservierten *Nationaletta* dagegen (Taf. LVIII, Fig. 456) fanden sich, wie allerdings auf der zu kleinen Figur nicht deutlich zu erkennen ist, grobe, teilweise strangförmig aneinander gereihte und vielfach vakuolisierte Schollen und dazwischen körnige Chromatinfäden, welche an die bekannten „Lampencylinderputzer" im Keimbläschen der Selachier und Copepoden und andererseits an die gegliederten Chromatinfäden bei *Challengeria Naresi* (Taf. LII, Fig. 430) erinnern. Hier haben wir offenbar die Prophase einer Teilung vor uns.

Fortpflanzung. Ueber die Fortpflanzung der kleineren Medusettiden läßt sich nur ganz wenig sagen. Borgert (1901, Taf. XI, Fig. 4) bildet eine *Euphysetta Lucani* mit 2 Centralkapseln ab. Es darf daraus wohl geschlossen werden, daß sich die kleinen Medusettiden bei der gewöhnlichen Zweiteilung in ähnlicher Weise vermehren, wie dies für die Challengeriden aus verschiedenen Bildern entnommen werden kann: Zweiteilung von Kern und Centralkapsel, Austritt der einen Centralkapsel und Neubildung einer Tochterschale.



Fig. 39. ? Spore von *Euphysetta amphicodon*.

Bei einem Exemplar von *Euphysetta amphicodon* (Taf. LIII, Fig. 440; Textfig. 39) fand ich im nächsten Umkreis der Schale, insbesondere in einer dem Pylom vorgelagerten färbbaren Substanz eine größere Zahl (20—30) sehr kleiner, kugeliger, dünnschaliger, mit Pylom und niedrigem Peristomkragen ausgestatteter Körper, welche einen körnigen, sehr schwach gefärbten Inhalt aufwiesen. Die betreffende *Euphysetta* war neben zahlreichen Challengeriden, Porospathiden und anderen kleineren Radiolarien einem Exemplar von *Aulospathis* aufgelagert, d. h. wohl im Netze mit demselben verklebt worden. Da nun jene kleinen kugeligen

Gebilde sich ausschließlich in der unmittelbaren Nachbarschaft der *Euphysetta* vorfanden, so möchte ich es für sehr wahrscheinlich halten, daß dieselben zu letzterer gehören, also als Sporen von *Euphysetta amphicodon* zu betrachten sind.

Einem besonderen Glücksfall habe ich es zu verdanken, daß sich unter den vollständig erhaltenen *Planktonetta*-Exemplaren eines befand, welches einen Vermehrungszustand aufwies, und daß bei demselben die Kernstrukturen in schönster Weise erhalten waren, trotzdem auf der Etikette als Konservierungsmittel der sonst nicht sehr günstige Formolalkohol angegeben war. Schon bei Betrachtung des Tieres im Alkohol waren außer der im Schalenraum gelegenen Centralkapsel 2 weitere Centralkapseln deutlich zu erkennen, welche nebeneinander aus dem Phäodium hervorragten und je von einer derben Membran umgeben waren (Taf. LVI, Fig. 453). Nach Zerlegung des Tieres in eine Serie von frontalen, d. h. senkrecht zur Symmetrieebene geführten Längsschnitten ergaben sich folgende Verhältnisse (Taf. LIX, Fig. 459): Die in der Schale gelegene Centralkapsel *(tk)* zeigte im ganzen den nämlichen Zustand wie bei anderen Planktonetten. Der Kern war in der oralen scheibenförmigen Anhäufung des intrakapsulären Protoplasmas gelegen und zeigte die gewöhnliche kuchenförmige, auf der Diaphragmaseite abgeplattete, auf der Schalenseite gewölbte Form. Die Kernsubstanzen wiesen denjenigen Zustand auf, der speciell bei den Aulacanthiden wegen seines überwiegenden Vorkommens als Ruhezustand zu betrachten ist, d. h. es fanden sich gleichmäßig im Kernraum verteilte, teilweise vakuolisierte, dicke Schollen, Schollenreihen und Stränge und dazwischen eine große Anzahl der traubenförmigen Körnerhaufen. Das Diaphragma war nur stellenweise zu sehen und zeigte auch hier eine weniger ausgeprägte lamellöse Struktur und ein schwächeres Färbungsvermögen als bei anderen Exemplaren von *Planktonetta*. Offenbar befand sich das Diaphragma in einem Neubildungsprozesse. Die Astropylen waren an der Oralseite des intrakapsulären Protoplasmas in größerer Anzahl und in der gewöhnlichen Form zu erkennen, dagegen konnte ich an meiner leider nicht ganz vollständigen Schnittserie keine Parapylen erkennen. Von einem intraphäodialen Stützskelett war nichts zu sehen. An der Unterseite des Phäodiums und teilweise von demselben eingeschlossen lagen die 2 anderen Centralkapseln *(ek)*. Sie hatten eine annähernd kugelige Gestalt, waren gegeneinander etwas abgeplattet und so orientiert, daß eine durch alle 3 Centralkapseln gelegte Ebene eine Frontalebene darstellte, d. h. senkrecht zur Symmetrieebene des Peristomskelettes und damit des ganzen Tieres gelegen war. Man kann demnach auch sagen, die beiden unteren Centralkapseln seien nebeneinander vor dem Floß gelagert gewesen. Jede Centralkapsel besaß eine dicke Hülle, welche aus einer schaumigen, färbbaren Grundsubstanz und eingelagerten Kieselkörnchen bestand. An der Oralseite enthielt jede Kapsel eine ellipsoidische Masse sehr dichten, nur sehr wenig vakuolisierten intrakapsulären Protoplasmas, in welcher der ebenfalls ellipsoidische Kern konzentrisch gelagert war, an der entgegengesetzten Seite zeigte das intrakapsuläre Protoplasma eine schaumige Beschaffenheit. Jede Centralkapsel wies an dem im Phäodium steckenden Pole mehrere Astropylen auf. Parapylen habe ich keine bemerkt. Die beiden Kerne zeigten schon bei schwacher Vergrößerung eine dichtere Struktur als der Kern der in der Schale gelegenen Centralkapsel und erschienen daher dunkler gefärbt. Sie waren erfüllt von ziemlich homogenen, in dichtem Knäuel durcheinander geflochtenen Chromatinfäden, welche bei der gewählten Schnittrichtung keine bestimmte Orientierung zeigten. „Fettträubchen“ waren in äußerst spärlicher Zahl und in geringer Größe entwickelt. Nach den

Erfahrungen bei anderen Tripyleen möchte ich den Teilungszustand der beiden Kerne als eine Telophase betrachten [vergl. die Teilungsfigur von *Aulographis stellata*, S. 22, Textfig. 5, bei welcher ich es allerdings im Texte dahingestellt sein ließ, ob es sich um eine Telophase oder um ein Stadium der Kernfragmentierung handelte[1]); sowie die Telophase von *Challengeria Naresi* mit der Synapsis-ähnlichen, einseitigen Anhäufung der Chromatinfäden, Taf. LII, Fig. 430].

Bei Betrachtung aller hier geschilderten Verhältnisse gelangt man, wie ich glaube, mit Notwendigkeit zu folgender Deutung des vorliegenden dreikernigen Stadiums von *Planktonetta*:

Auf Grund eines ersten Teilungsprozesses hat sich die ursprüngliche Mutterkapsel in eine in der Schale verbleibende Tochterkapsel *(tk)* und in eine an die entgegengesetzte Seite des Phäodiums tretende Tochterkapsel *(tk')* geteilt. Letztere hat sich dann alsbald einem zweiten Teilungsprozesse unterzogen, durch welchen 2 nebeneinander gelagerte Enkelkapseln *(ek, ek)* entstanden, die sich sofort mit einer provisorischen Kieselhülle umgaben. Bei der ersten Teilung war eine Resorption des Diaphragmas und des intraphäodialen Stützskelettes eingetreten. Ersteres ist bereits wieder im Begriff, sich zu regenerieren. Der Kern der Tochterkapsel (*tk*) ist bereits in das grobschollige Ruhestadium eingetreten, die Kerne der Enkelkapseln (*ek*) befinden sich noch in der Telophase der Teilung.

Bezüglich des Auftretens eines dreikernigen Stadiums sind noch die Befunde bei den Aulacanthiden zu vergleichen (siehe oben S. 24), hinsichtlich der kieseligen Hülle der Enkelkapseln die Ergebnisse bei *Challengeria Naresi* (S. 250; Taf. LII, Fig. 430). Nach Analogie der bei letzterer Form beobachteten Verhältnisse ist anzunehmen, daß der hier beschriebenen dreikernigen Phase von *Plaktonetta* ein Stadium folgt, in welchem sich die von provisorischen Kieselhüllen umgebenen Enkelkapseln vom Muttertiere loslösen und sich unter Abscheidung des Skelettes zu jugendlichen Organismen ausbilden.

In ähnlicher Weise hat man sich auch die Entstehung einer Kolonie von *Nationaletta Valdiviae* zu denken, nur daß hier durch Teilung einer Mutterkapsel 4 Enkelkapseln entstehen und die Abscheidung der Skelette vor sich geht, ehe sich die Enkelkapseln voneinander trennen.

Horizontal- und Vertikalverbreitung. Ueber die geographische Verbreitung der meisten Medusettiden läßt sich bei der verhältnismäßig geringen Zahl von Fundorten, welche für die einzelnen Formen bekannt sind, nur wenig Sicheres angeben.

Die kleinen, dünnschaligen Formen (*Medusetta inflata*, *Euphysetta Lucani*, *Gazelletta Schleinitzi*) scheinen im allgemeinen die wärmeren Meeresteile und zum Teil noch (*Euphysetta Lucani*) die Mischgebiete des nördlichen Atlantik zu bewohnen, und zwar treten dieselben offenbar besonders häufig noch oberhalb des 200 m-Horizontes auf, nur vereinzelt wurden lebende Exemplare von *Euphysetta Lucani* auch in tieferen Schichten (400—600 m) gefunden. Man wird also diese kleinen, dünnschaligen Formen als knephoplanktonische bezw. pamplanktonische Warm- und Mischwasserformen bezeichnen dürfen.

Die dickschaligen Verwandten von *Euphysetta Lucani* scheinen zum Teil eine ähnliche Horizontalverbreitung zu besitzen. Wenigstens wurde *Euphysetta elegans* sowohl vom „National" wie von der „Valdivia" ausschließlich in wärmeren Gebieten gefunden. Eine etwas weitere Horizontalverbreitung dürfte dem Formenkreis von *Eu. amphicodon* zuzusprechen sein. Wenigstens

1) Auf Grund erweiterter Erfahrungen möchte ich mich nunmehr in bestimmterer Weise für die erstere Alternative aussprechen.

liegt für *Eu. amphicodon* selbst eine Beobachtung aus dem Golfstrom und eine aus dem südlichen Atlantik westlich von Tristan da Cunha vor, und die nahe verwandte Form *Euphysetta Nathorsti* Cleve wurde sogar in der Grönlandsee westlich von Spitzbergen erbeutet (Cleve, 1899). Sicherer als die Horizontalverbreitung läßt sich für die dickschaligen Zwergformen die Vertikalverbreitung umgrenzen. Wenigstens dürfte man im Hinblick auf die Ergebnisse der Schließnetzfänge der „Valdivia" mit der Behauptung nicht fehlgehen, daß diese kleinen, dickschaligen Arten im wesentlichen Bestandteile des Skoto- und Nyktoplanktons sind.

Für die größeren, zu den Gattungen *Planktonetta*, *Nationaletta* und *Atlanticella* gehörigen Formen dürfte nach den bisherigen Befunden mit einer Ausnahme (*Planktonetta atlantica verrucosa*) eine Verbreitung in wärmeren Meeresteilen anzunehmen sein. In Bezug auf die Vertikalverbreitung kann aus einigen Befunden geschlossen werden, daß speciell *Planktonetta atlantica*, sowie die Atlanticellen ungefähr die Verbreitung der dünnschaligen Euphysetten besitzen, d. h. im allgemeinen die Challengeridenschicht (50—400 m), zum Teil wohl auch etwas tiefer gelegene Horizonte bevölkern, so daß man wenigstens diese Formen etwas genauer als knepho- bis skotoplanktonische Warmwasserformen charakterisieren kann.

Planktonetta atlantica verrucosa wurde bisher nur in der Antarktis gefunden. Bipolare Kaltwasserformen sind aus der Familie der Medusettiden nicht bekannt.

Systematik. Die von Haeckel vorgeschlagene systematische Einteilung der Medusettiden ist im wesentlichen auf die Zahl der Füße (Radialstacheln) begründet. Danach unterscheidet Haeckel 6 Gattungen, welche in 2 Unterfamilien eingeteilt werden:

1. Unterfamilie: Euphysettida. Peristom mit 3 oder 4 Füßen. Scheitel der Schale gewöhnlich mit einem Apikalhorn.	3 gleiche Füße	*Cortinetta*
	4 gleiche Füße	*Medusetta*
	1 großer und 3 kleine Füße	*Euphysetta*
2. Unterfamilie: Gazellettida. Peristom mit 6, 12 oder mehr Füßen. Scheitel der Schale gewöhnlich ohne Apikalhorn.	6 absteigende Füße	*Gazelletta*
	6 absteigende und 6 aufsteigende Füße	*Gorgonetta*
	zahlreiche (10—20 oder mehr) absteigende Füße .	*Polypetta*

Dieses System ist von den folgenden Autoren in einigen Punkten verändert und ergänzt worden: Borgert (1901 a) hat aus der Gattung *Polypetta* die Untergattung *Porospathis*, welche schon von Haeckel nur mit Bedenken hier eingereiht worden war, herausgenommen und für dieselbe eine neue Familie (Porospathida) aufgestellt. Ferner stellte Borgert für einige hoch specialisierte, von ihm und Fowler beschriebene Formen die neuen Gattungen *Planktonetta* (1902), *Nationaletta* (1905) und *Atlanticella* (1905) auf und begründete für die letztgenannte Gattung die neue Familie der Atlanticelliden (1905).

Bezüglich der Aufstellung der Familie der Porospathiden schließe ich mich Borgert an, dagegen weist das mir vorliegende Material auf einen so engen und kontinuierlichen Zusammenhang zwischen den kleineren Medusettiden und den großen Planktonetten, Nationaletten und Atlanticellen hin, daß ich von der Aufstellung besonderer Familien für eine oder für mehrere dieser Gruppen Abstand nehme. Allenfalls würde es sich empfehlen, die Familie der Medusettiden in zwei oder mehrere Unterfamilien zu zerlegen, allein dem steht die Schwierigkeit im Wege, daß eine genaue Abgrenzung zwischen *Gazelletta* einerseits und *Planktonetta* andererseits infolge unserer lückenhaften Kenntnisse der *Gazelletta*-Arten nicht möglich ist, so daß diejenige Gliederung, welche wohl zunächst in Betracht käme, nämlich die Scheidung zwischen den kleinen, einfach gebauten und den großen, hoch specialisierten Formen, zur Zeit nicht möglich ist.

Es ergiebt sich demnach folgende Einteilung der Medusettiden:

Kleine (in der Regel den Durchmesser von 0,1 mm nicht überschreitende Formen) mit Primärschale und wenigen (in der Regel nicht mehr als 6) Radialstacheln	3 gleiche Radialstacheln:	1. Gattung: *Cortinetta* HAECKEL
	4 gleiche Radialstacheln:	2. Gattung: *Medusetta* HAECKEL
	1 großer und 3 kleine Radialstacheln:	3. Gattung: *Euphysetta* HAECKEL
	in der Regel 6 lange Radialstacheln:	4. Gattung: *Gazelletta* HAECKEL
? hierher:	zahlreiche (16—18) Radialstacheln	5. Gattung: *Polypetta* HAECKEL
Große (einen Schalendurchmesser von 1/2—1 1/2 mm aufweisende) Formen mit sehr langen, mit zahlreichen Dornen oder Ankerfädchen versehenen Radialstacheln	Primärschale vorhanden, von der Centralkapsel vollständig ausgefüllt; mit Diaphragma, Floß und intraphäodialem Außenskelett:	6. Gattung: *Planktonetta* BORGERT
	Primärschale zurückgebildet; mit Diaphragma und haubenförmiger Außenschale:	7. Gattung: *Nationaletta* BORGERT
	Primärschale zurückgebildet; mit spindel-, klöppel- oder beutelförmiger Außenschale:	8. Gattung: *Atlanticella* BORGERT

1. Gattung. *Medusetta* HAECKEL.

Medusettiden mit vier gleichartigen, gekammerten Oralstacheln.

Medusetta inflata BORGERT.

Taf. LIII, Fig. 437.

Medusetta inflata BORGERT, 1902, S. 563, Fig. A.

Schale annähernd kugelig, an der Aboralseite etwas abgeplattet, ohne Apikalstachel, glatt. Schalenwandung von winzigen, dichtgedrängten, in einer Schicht gelegenen Porenräumen durchsetzt. Peristom großwabig, kragenartig, an der Innenfläche mit leistenartigen, gegen den Schalenraum verstreichenden, hauptsächlich von den Stachelbasen ausgehenden Rippen.

Vier gleichmäßig angeordnete, gekammerte, schwach divergierende Oralstacheln, welche an ihrer Außenseite einen spitzigen Seitenstachel tragen. Außerdem trägt der Peristomrand zuweilen noch einige kleinere Dornen.

Schalenhöhe nach BORGERT 0,064—0,082, bei meinen Exemplaren 0,08 mm.

Fundorte: Floridastrom, Sargassosee, Canarienstrom, Südäquatorialstrom, Guineastrom; T.-St. 267 (nördlicher Indik, P. 200, ● ●).

Verbreitung. Knepho- oder pamplanktonische Warmwasserform.

Medusetta sp.

Taf. LIII, Fig. 431.

In T.-St. 190 (indischer Gegenstrom) wurde mit dem Vertikalnetz ein Bruchstück einer *Medusetta*-Art gefischt, von welcher das Peristom mit einem großenteils erhaltenen Oralstachel und den Stümpfen von 3 anderen Oralstacheln vorliegt. Der erhaltene, wellenförmig gewundene Stachel trägt außer einer Anzahl sehr dünner, senkrecht abstehender Ankerfäden 4 gleichfalls mit Ankerfäden besetzte, schräg nach außen gerichtete, divergierende Aeste, von welchen der vierte, kürzeste mit 4 dünnen, weit ausladenden Terminalästen versehen ist. Die Ankerfäden tragen einen terminalen und einen subterminalen Quirl von je 4 zurückgekrümmten Zähnchen.

Die Spitze des Stachels war abgebrochen. Es läßt sich also nicht erkennen, ob er mit einem Nachbarstachel verbunden ist. Auch die aboralen Partien der Schale fehlen, so daß über das Vorhandensein eines Apikalstachels nichts gesagt werden kann.

Durchmesser des Peristoms 0,45 mm.

Die vorliegende Form zeigt, abgesehen davon, daß von einer Einschnürung des Pyloms nichts zu erkennen ist, eine gewisse Aehnlichkeit mit *Medusetta tetranema* Haeckel (Rep., 1887, p. 1669, Taf. CXX, Fig. 3). Wahrscheinlich ist sie aber mit *Medusetta arcifera* Jörgensen (1900), *M. parthenopaea* Borgert (1901) oder *M. robusta* Borgert (1902) zu vereinigen, also mit denjenigen Formen, bei welchen die 4 Oralstacheln paarweise miteinander verbunden sind und auf diese Weise an den Seiten der Schalenmündung 2 länglich-runde Bügel bilden.

2. Gattung. *Euphysetta* Haeckel.

Schale mit einem kräftiger ausgebildeten und meist 3 schwächer ausgebildeten Oralstacheln.

Euphysetta Lucani Borgert.

Taf. LIII, Fig. 436, 439, 442.

Euphysetta Lucani Borgert, 1892, S. 181, Taf. VI, Fig. 8.
Euphysetta mediterranea Lohmann, 1899, Fig. 3.
Euphysetta Lucani Borgert, 1901, S. 242, Taf. XI, Fig. 4; 1901a, S. 37, Fig. 45; 1902, S. 568; 1903, S. 749.
? *Challengeria havergalli*, Murray, 1885, Taf. A, Fig. 13a.
? *Euphysetta rara* Borgert, 1902, S. 567, Fig. E; 1903, S. 749.

Schale annähernd kugelig (Fig. 436) oder eiförmig, einseitig verzogen (Fig. 439), ohne Stachel am aboralen Pole, mit glatter Außenfläche. Schalenwandung mit einer Lage winziger runder Kämmerchen, welche anscheinend nicht in Reihen angeordnet sind.

Peristom kragenförmig, an der Innenfläche mit 20—30 vorspringenden Leisten, welche an der Innenfläche der Schale verstreichen (Fig. 442).

Oralstachel in der Einzahl vorhanden, gekammert, stark ventralwärts gekrümmt und in eine Spitze auslaufend, an der konvexen Seite mit einem längeren proximalen, horizontal abstehenden und einem kürzeren, distalen Aste. Außerdem befinden sich am Peristomrande drei Nebenstacheln, welche nahe der Basis scharf horizontal abbiegen, und einige kürzere Dornen.

Schalenhöhe 0,1—0,16 mm.

Varianten. Nach Borgert zeigen sowohl die Aeste des Oralstachels, als auch die 3 Nebenstacheln bedeutende individuelle Verschiedenheiten hinsichtlich ihrer Länge (vergl. Borgert, 1892, Taf. VI, Fig. 8, und 1901, Taf. XI, Fig. 4).

Fundorte: Mittelmeer bei Messina (Lohmann, 0—200, 0—270 und 0—360 m, April, Juni, September bis November, sehr zahlreich am 18. September);

Labradorstrom, Mischgebiet des Labrador- und Floridastroms, Floridastrom, Sargassosee, Nordäquatorialstrom, Südäquatorialstrom, südlicher Ast des Golfstroms (Borgert, 1902; in der Sargassosee in Tiefen von 400—600 und 1300—1500 m erbeutet; ? lebende Exemplare, Borgert, 1903);

T.-St. 26 (canarische Strömung, V., ●), 32 (canarische Strömung, P. 200, ● ●), 41 (Guineastrom, P. 200, ●), 46, 48 (Südäquatorialstrom, P. 200, ●), 227 (nördlicher Indik, Schl.-N. 600 bis 400, nach Tb.), 228 (nördlicher Indik, Schl.-N. 200—100, nach Tb.).

Verbreitung. Knepho- oder vielleicht pamplanktonische, im Atlantik und in den nördlichen Mischgebieten verbreitete Warmwasserform.

Eu. elegans Borgert.

Taf. LIII, Fig. 435, 438.

Euphysetta elegans Borgert, 1902, S. 562, Fig. F; 1903, S. 749.
? *Challengeron edwardsi* Certes, 1889, p. 37, Taf. V, Fig. 2.

Schale kugelig oder eiförmig, mit kräftigem, in der Richtung der Hauptachse gelegenem oder schräg nach der Ventralseite gerichtetem Apikalstachel. Schalenoberfläche mit zahlreichen Längs- und Querrippen, welche eine ziemlich regelmäßige quadratische Felderung hervorrufen; zahlreiche, die Schalenwandung senkrecht durchsetzende, wahrscheinlich geschlossene Porenkanäle (im optischen Durchschnitt je 3 oder 4 auf ein Intervall).

Pylom ohne Peristombildung, mit einem kräftigen, geraden oder schwach gebogenen, gekammerten Oralstachel, welcher einen nach der Ventralseite gerichteten, distalen Nebenast und ein Paar kurzer, proximaler Seitendornen trägt. Außerdem befinden sich am Pylomrand drei kurze Nebenstacheln, welche an der Spitze je ein Paar kurzer Dornen und (nach der Beschreibung Borgert's) „an der Außenseite nahe ihrer Basis je 2 schräg aufwärts nach dem aboralen Schalenpol gerichtete lange, feine Stacheln tragen" (bei meinen, von St. 27 stammenden Exemplaren fehlend, aber nach einer Tagebuchnotiz am frischen Material beobachtet).

Schalenhöhe nach Borgert 0,085—0,095, bei meinen Exemplaren 0,06—0,08 mm.

Phäodium hellgelblich (nach einer Tagebuchnotiz).

Fundorte: Sargassosee (1300—1500 und 1500—1700 m, Borgert);

T.-St. 27 (canarische Strömung, Schl.-N. 2250—1950, ● ○; Taf. LIII, Fig. 435: Tagebuchnotiz: „lebend in großer Zahl"), 48 (Südäquatorialstrom, Schl.-N. 2700—2400, ○, Fig. 438).

Auf *Eu. elegans* oder eine sehr nahestehende Form beziehen sich höchst wahrscheinlich, wie den beigegebenen Skizzen zu entnehmen ist, folgende von A. Brauer gemachte Tagebuchnotizen: T.-St. 221 (nördlicher Indik), 1600—1000 m: „viele lebende Euphysetten"; 200—160 m: „keine Euphysetten"; T.-St. 227 (nördlicher Indik), 1000—800 m: „Euphysetten vereinzelt"; 800 bis 600 und 600—400 m: „nicht gesehen"; T.-St. 229 (nördlicher Indik), 1600—1400 m: „Euphysetten mit Inhalt", ebenso 1000—800 m, dagegen nicht 800—600, 600—400, 400—200 und 200—20 m; T.-St. 236 (nördlicher Indik), 2600—2300 m: „Euphysetten lebend", dagegen nicht gesehen in 160—100, 100—80, 80—40 m.

Verbreitung. Falls, was mir außerordentlich wahrscheinlich erscheint, die in den Tagebuchnotizen aufgezählten Funde sich wirklich auf *Eu. elegans* beziehen, würde diese Form als skoto- bis nyktoplanktonisch und als Bewohnerin der wärmeren Gebiete des Atlantik und Indik anzusprechen sein.

Eu. amphicodon Haeckel.

Taf. LIII, Fig. 440, 441; Textfig. 32, 39.

Schale subphärisch, an den Polen etwas abgeplattet (im ganzen von der Gestalt eines regulären Seeigels), mit einem schrägen (nach der Ventralseite gerichteten) Apikalhorn.

Schalenoberfläche mit zwei rechtwinklig sich schneidenden Systemen von Längs- und Querrippen. Die dicke Schalenwandung von dichtgedrängten, feinen, wahrscheinlich geschlossenen Porenkanälen durchsetzt (Textfig. 32).

Haupt-Oralstachel kräftig, wenig gebogen, am Ende gegabelt, oberhalb des Endes mit einem Paar kurzer Seitendornen. Außerdem trägt der Pylomrand 3 gleichmäßig verteilte Nebenstacheln oder eine Anzahl kürzerer Dornen.

Schalenhöhe nach Haeckel 0,11, bei meinem Exemplar 0,09 mm.

Das mir vorliegende Exemplar zeigt große Uebereinstimmung mit der Haeckel'schen *Eu. amphicodon*, nur daß die Schalenoberfläche im optischen Durchschnitt nicht glatt, sondern gerippt erscheint. Von der sehr nahestehenden *Eu. elegans* ist wenigstens mein Exemplar durch die Schalenform, die beträchtlichere Schalendicke und Größe, sowie durch den relativ kürzeren Haupt-Oralstachel unterschieden.

Sowohl innerhalb wie außerhalb der Schale befanden sich eine größere Anzahl dünnwandiger, nahezu sphärischer, mit Pylom und Peristomrand versehener Schalen, welche einen körnigen Inhalt enthielten und welche ich als Sporen deuten möchte (Taf. LIII, Fig. 440; Textfig. 39).

Fundorte: Ch.-St. 332 (südlicher Atlantik); T.-St. 16 (Golfstrom, Schl.-N. 1850—1550, ●).

Verbreitung anscheinend ähnlich wie bei *Eu. elegans*.

3. Gattung. *Gazelletta* John Murray.

Kleine, meist nur 0,08—0,3 mm im Durchmesser betragende Formen mit haubenförmiger, meist grobwabiger Schale. Rand des weiten Pyloms mit 5—8, meist 6 sehr langen, gekammerten, mehr oder weniger horizontal abgehenden Stacheln besetzt.

Haeckel unterschied je nach dem Vorhandensein und der Beschaffenheit der Stachelanhänge 15, zum Teil schwer zu unterscheidende Arten. Jörgensen (1900) fügte eine weitere Form, *G. pentapodium*, hinzu, und Borgert beschrieb als hierher gehörig *G. atlantica* (1901 a) und *G. fragilis* (1902). Später (1902, 1905) stellte Borgert für diese beiden Formen die neuen Gattungen *Planktonetta* und *Nationaletta* auf.

Im „Valdivia"-Material fand sich außer den beiden zuletzt genannten Arten nur eine einzige Form, welche wohl mit der Haeckel'schen Art *G. Schleinitzi* zusammenfällt.

Gazelletta Schleinitzi Haeckel.

Taf. LIII, Fig. 432.

Gazelletta schleinitzii Haeckel, 1887, p. 1673, Taf. CXX, Fig. 11, 12.

Schale hutförmig, bedornt, ziemlich gleichmäßig grobwabig. Sechs oder acht Radialstacheln, welche nach Haeckel „cylindrisch, nahezu gerade und horizontal ausgebreitet sind und 4 Längsreihen von gleichlangen Seitendornen tragen, welche sich senkrecht vom Radialstachel erheben und am Ende 3 kurze divergierende Zähne tragen. Das Ende der Radialstacheln trägt 3 gegabelte Dornen."

Schalendurchmesser nach Haeckel 0,12, bei meinen Exemplaren 0,1 und 0,13 mm.

Varianten. Die HAECKEL'sche Form hat 6 Radialstacheln. Eines meiner Exemplare besitzt sicher 8, am anderen ist die Zahl nicht genau festzustellen.

Fundorte: Ch.-St. 347 (tropischer Atlantik);

T.-St. 55 (Guineastrom, V., 600, ●), 64 Golf von Guinea, P. 200, ●).

4. Gattung. *Planktonetta* BORGERT (1902).

Große Formen mit umgekehrt-birnförmiger, subsphärischer oder hemisphärischer Primärschale, mit stark entwickeltem, grobwabigem Peristom, sowie mit 8—10 langen, gekammerten, am Ende mit gegabelten Terminalästen versehenen Radialstacheln. Beiden unten beschriebenen Formen ist außerdem gemeinsam das Vorhandensein einer Porenzone oberhalb des grobwabigen Peristoms, sowie eines Floßes. Bei *P. atlantica* ist ein Diaphragma und intraphäodiales Stützskelett vorhanden.

Planktonetta fragilis BORGERT.

Taf. LVI, Fig. 454.

Gazelletta fragilis BORGERT, 1902, S. 570, Fig. G.
Nationaletta fragilis BORGERT, 1905, S. 123.
Wahrscheinlich nicht: *Gazelletta fragilis* FOWLER, 1904.

Schale kappenförmig, mit krempenartig nach außen gebogenem, grobwabigem Peristomrande. Oberhalb des letzteren eine außerordentlich feinwabige Zone, welche einen Kranz größerer und kleinerer Poren enthält. Rest der Schale etwas gröber strukturiert, jedoch lange nicht so grobwabig wie der Peristomrand.

Acht bis zehn den Peristomrand besetzende, fast gerade oder leicht gebogene Radialstacheln, welche am Ende 3 oder 4 mehrfach gegabelte, weit ausladende Terminaläste tragen und ihrer Länge nach mit baumförmig verästelten Seitenästen besetzt sind, deren fadenförmige Verzweigungen je mit 2 Quirlen von 4 Haken versehen sind. Floß ähnlich wie bei *P. atlantica*.

Schalendurchmesser, am äußeren Rande gemessen, nach BORGERT 0,4—0,6 mm.

Die mir vorliegenden, unvollständigen Exemplare stimmen vollständig mit der Beschreibung überein, welche BORGERT von seiner *P. fragilis* gegeben hat (1902). Nur konnte ich einerseits nicht entscheiden, ob die Schale am apikalen Pol die von BORGERT beschriebene große runde Oeffnung besitzt, andererseits war eines der Schalenbruchstücke so eng mit einem typischen „Floß" verbunden, daß ich nicht bezweifle, daß auch dieser Art ein solches zukommt. Von *P. atlantica* würde sich meinem Material zufolge *P. fragilis* hauptsächlich in folgenden Punkten unterscheiden: 1) Das Peristom ist krempenartig nach außen gebogen, während es bei *P. atlantica* mehr kragenförmig ist; 2) bei *P. fragilis* ist die Porenzone breiter, während die Grübchenzone fehlt; 3) die Stacheln sind relativ länger, schlanker und gestreckter; 4) die Terminaläste der Radialstacheln zeigen eine etwas verschiedene Verzweigung; 5) die Ankerfädchen sind kürzer und die Hakenkränze kleiner.

Fundorte: Irmingersee, Mischgebiet des Labrador- und Floridastroms, Sargassosee, Canarienstrom, Guineastrom, Südaquatorialstrom, südlicher Ast des Golfstroms (BORGERT, 1902);

T.-St. 32 (canarische Strömung, V.), 112 (Agulhasbank, V), 174 (indischer Südäquatorialstrom, V.). Außerdem mehrere nicht ganz sichere Funde aus den wärmeren Meeresgebieten.

Verbreitung. Anscheinend Warmwasserform.

P. atlantica BORGERT.

Taf. LV, Fig. 446—449; Taf. LVI, Fig. 450—453; Taf. LVII, Fig. 455; Taf. LIX, Fig. 459; Textfig. 33.

? *Gazelletta* HENSEN, 1887, S. 77.
Gazelletta atlantica BORGERT, 1901 a, S. 39, Fig. 47 und 47 a.
Planktonetta atlantica BORGERT, 1902, S. 571; 1903, S. 750.
Planktonetta atlantica FOWLER, 1903, Taf. XI.

Schale „breit-eiförmig, am aboralen Pole zugespitzt, mit ungleicher Krümmung der Flächen" (BORGERT) oder umgekehrt-birnenförmig, an der Oberfläche mit kleinen Dornen besetzt, welche (bei var. *verrucosa*) je einer flachen Scheibe aufsitzen können. Schalenwandung im übrigen strukturlos.

Peristom kragenförmig, halsartig von der Schale abgeschnürt, mit wulstförmiger Ausbiegung und darunter mit ringförmiger Einziehung, an der „Vorderseite" der Schale am höchsten, an der „Hinterseite" am niedrigsten, an der wulstförmigen Ausbiegung von fensterartigen Poren durchsetzt (Fig. 447, 450).

Acht Radialstacheln, welche symmetrisch in 4 Paaren angeordnet sind. Die Stacheln des vordersten (d. h. der Floßseite gegenüberliegenden) Paares entspringen dicht nebeneinander, sind nahezu horizontal und stark divergierend (in der Seitenansicht Fig. 446 links; vergl. auch die Vorderansicht Fig. 447 und Untenansicht Fig. 450, sowie Fig. 451); die des zweiten Paares sind sehr stark nach unten abgebogen; die des dritten sind weniger stark nach abwärts und außerdem nach rückwärts gebogen, die des vierten endlich divergieren ebenfalls stark und sind mehr oder weniger nach oben gebogen (Fig. 446 u. a.).

Am distalen Ende laufen die Radialstacheln in zwei bis vier, meist unregelmäßig gegabelte Terminaläste aus (Fig. 452). Oberfläche der Stacheln mit baumförmigen, ziemlich genau in 3 Längsreihen angeordneten Seitenstacheln besetzt, deren fadenförmige Verzweigungen je einen terminalen und einen subterminalen Quirl von drei bis sechs zurückgebogenen Haken tragen.

Schalenmündung von mehr oder weniger horizontalen, den Peristomrand und die Basis der Radialstacheln besetzenden Seitenstacheln überwölbt (Fig. 451), deren fadenförmige, stark färbbare Verzweigungen ein das Phäodium durchsetzendes intraphäodiales Stützskelett bilden. An der Hinterseite der Schale ein das Phäodium schräg von unten her bedeckendes „Floß" von der Gestalt eines abgeplatteten Ellipsoides, welches eine verkieselte Wandung besitzt und durch verästelte Stützfäden, bezw. Stifte mit der Hinterfläche der Schale, dem hinteren Peristomrand und dem intraphäodialen Stützskelett verbunden ist (Fig. 446, 448, 449).

Schalenmund durch ein Diaphragma (Fig. 450) verschlossen, welches aus 4 Lamellen besteht und von den Astropylen und Parapylen durchbohrt ist (Fig. 455).

Die Centralkapsel füllt die Schalenhöhlung vollständig aus, im aboralen Teil großenteils mit Gallerte angefüllt, im oralen Teil in einer polsterförmigen Ansammlung dichteren, weniger vakuolisierten Protoplasmas den scheibenförmigen Kern einschließend (Fig. 455). Zahl-

reiche (15—20) über die ganze orale Wandung der Centralkapsel zerstreute Astropylen und etwa ebensoviele auf die vordere Partie des Schalenmundes zusammengedrängte Parapylen.

Schalenhöhe nach BORGERT 1,2—1,5 mm, bei meinen Exemplaren 1,35—1,7 mm. Stachellänge nach BORGERT 1,5—5 mm, bei meinen Exemplaren meist 2 mm. Längster Durchmesser des Flosses etwa 1,65 mm.

Varianten. In meinem Material fanden sich 3 Varianten vor:

α) *Planktonetta atlantica pyriformis* (Fig. 448, Seitenansicht; Fig. 449, Vorderansicht). Schale umgekehrt-birnenförmig, mit stark verjüngter Aboralseite, mit zahlreichen dünnen Dornen. Schalenhöhe 1,7 mm. Fundorte: T.-St. 14, 86, 174.

β) *Planktonetta atlantica robusta* (Fig. 446). Schale breit-eiförmig, mit ungleicher Krümmung der Fläche, sehr dickwandig, mit wenigen Dornen. Schalenhöhe 1,35—1,6 mm. Fundorte: T.-St. 55, 228 (hier 3 gleichartige Exemplare von verschiedener Größe).

γ) *Planktonetta atlantica verrucosa* (Fig. 447, Vorderansicht). Schale nahezu sphärisch, mit zahlreichen Dornen, welche warzen- oder scheibenförmigen Erhebungen aufsitzen. Schalenhöhe 1,3 mm. Fundort: T.-St. 149 (Antarktis).

Bei zahlreichen Exemplaren war wegen Unvollständigkeit der Schale die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Varietät nicht festzustellen.

Sehr bedeutenden Schwankungen ist die Länge und Form der Stacheln unterworfen. Bei der Variation α fand ich sehr lange, schlangenförmig gekrümmte, bei den anderen Varietäten in der Regel kürzere, schwächere und mehr gerade Radialstacheln.

Fortpflanzung. Die Teilung vollzieht sich vermutlich in der folgenden Reihenfolge: Teilung der Mutterkapsel unter Resorption des Diaphragmas und intraphäodialen Stützskelettes; Teilung der äußeren Tochterkapsel in 2 Enkelkapseln, welche die Grundlage je eines neuen Organismus bilden.

Fundorte: Nördlicher Ast des Golfstroms, Irmingersee (BORGERT, 1901), Sargassosee (700—900 m, BORGERT, 1903), Golf von Biscaya (FOWLER, 1903);

T.-St. 14 (Golfstrom, V., 3 Exemplare, var. α), 32 (canarische Strömung, V., Schale unvollständig), 42 (Guineastrom, Schl.-N. 550—250, unvollständig), 55 (Guineastrom, V., var. β in Teilung), 88 (Benguelastrom, V., unvollständig), 142 (Antarktis, V., 5 Exemplare, unvollständig), 149 (Antarktis, V., var. γ), 173 (südlicher Indik, V., unvollständig), 174 (südlicher Indik, V., var. α), 215 (nördlicher Indik, V., unvollständig), 217 (nördlicher Indik, Schale unvollständig), 228 (nördlicher Indik, 3 Exemplare, var. β).

Außerdem wurden in sehr zahlreichen Proben Radialstacheln gefunden, welche höchst wahrscheinlich zur vorliegenden Art gehören, so T.-St. 16 (Golfstrom), 39, 46, 49, 54 (Guinea- und Südäquatorialstrom), 66 (Golf von Guinea), 85, 86, 89 (Gebiet des Benguelastroms) 145 (Antarktis), 175, 182 (indischer Südäquatorialstrom), 221, 236, 268 (nördlicher Indik).

Verbreitung. Weitverbreitete (eurytherme) Form, welche die Challengeridenschicht (50—400 m) und wohl auch tiefer gelegene Horizonte bevölkert, also als knephoplanktonisch und möglicherweise auch als skotoplanktonisch zu bezeichnen ist. Vermutlich werden sich bei weiteren Untersuchungen die oben aufgezählten Varianten wenigstens zum Teil als geographische Unterarten aussondern lassen.

5. Gattung. *Nationaletta* Borgert (1905).

Primärschale mit Ausnahme des Peristoms zurückgebidet. Centralkapsel, zu einer großen, derbwandigen Schwimmblase umgebildet, am oralen Teil von einem Diaphragma bedeckt. Peristom auf der der Centralkapsel abgewandten Seite von einer haubenförmigen Sekundär- oder Außenschale bedeckt. Zehn bis dreizehn zum Teil gegen die Außenfläche der Centralkapsel zurückgebogene, zum Teil nach der entgegengesetzten Richtung orientierte, gekammerte, mit Terminalästen versehene Radialstacheln.

Nationaletta valdiviae n. sp.

Taf. LIV, Fig. 443—445; Taf. LVIII, Fig. 456 (? Textfig. 36 u. 37).

? *Gazelletta fragilis* Fowler, 1904, p. 483, Fig. 1—3.

Primäre Schale mit Ausnahme des Peristoms zurückgebildet. Centralkapsel von Gestalt eines ovalen, derbwandigen Sackes, an der Oralseite von einem lamellösen, von den zahlreichen Astropylen und Parapylen durchsetzten Diaphragma kappenartig bedeckt. Der größte Teil der Centralkapsel ist von wäßriger Gallerte ausgefüllt, an der dem Diaphragma zugewandten Seite liegt der linsenförmige Kern, von einer scheibenförmigen Ansammlung dichteren, intrakapsulären Protoplasmas umgeben. Die Centralkapsel dient zweifellos als Schwimmblase und nimmt daher vermutlich den oberen Pol des Tieres ein.

Peristom großwabig, symmetrisch, mit elf Radialstacheln (10 paarigen und einem unpaaren) besetzt, am Vorderrande[1]) nach unten ausgeschweift. Das vorderste Paar der Radialstacheln ist nach unten gerichtet (in der Seitenansicht, Fig. 443, links unten; in der Rückenansicht, Fig. 444, hinten durchschimmernd), die 4 folgenden sind nach oben, gegen die Außenfläche der Schwimmblase gerichtet, der „hinterste" unpaare Stachel ist wieder nach unten gekehrt. Radialstacheln gekammert, mit 3 Reihen nach außen gerichteten Dornen besetzt. Die Dornen der basalen Stachelhälfte sind mit kleinen rauhen Endknöpfchen oder spathillenartigen Bildungen versehen und berühren damit großenteils die Centralkapsel (Fig. 443; vergl. 1901, S. 151); diejenigen des distalen, die Centralkapsel überragenden Stachelabschnittes sind kürzer, stärker nach außen gerichtet und zugespitzt. Am Stachelende eine korbförmige Gruppe von 3 oder 4 Dornen (Fig. 443, mittlerer Stachel).

An der von der Centralkapsel abgekehrten Seite wölbt sich über das Peristom eine sekundäre Außenschale (Fig. 443, 444 *as*), durch welche das Phäodium in einen inneren und äußeren Teil zerlegt wird. Nahe der Kuppe der Außenschale befindet sich eine weite, excentrisch gelegene Oeffnung (Fig. 443).

Durchmesser des Einzeltieres, gemessen vom aboralen Pole der Schwimmblase bis zur Kuppe der Außenschale, 1,8 mm, Länge eines oberen Radialstachels 1,6 mm. Durchmesser der ganzen Kolonie, gemessen zwischen den aboralen Polen zweier gegenüberliegender Individuen, etwa 4,2 mm.

Das einzige mir vorliegende Exemplar besteht aus vier in einer Ebene radiär angeordneten Einzelindividuen, welche mit ihren Schwimmblasen und den dieselben korb-

1) Wie bei der Beschreibung von *Planktonetta atlantica* sind auch hier die Bezeichnungen „vorn" und „hinten" aus praktischen Gründen eingeführt und sollen keine besonderen morphologischen Beziehungen zum Ausdruck bringen.

förmig umgebenden oberen Radialstacheln nach außen gerichtet, mit ihren unteren Radialstacheln innerhalb einer gemeinschaftlichen Weichkörpermasse miteinander verflochten sind. Die gemeinschaftliche Weichkörpermasse ist nach außen durch eine extrakalymmale Sarkodehaut abgegrenzt, welche sich zwischen den Radialstacheln je zweier benachbarter Individuen baldachinartig ausspannt. Die Phäodien der 4 Einzeltiere sind zu einer kranzartigen Masse vereinigt.

Mit den Einzeltieren der vorliegenden Art stimmt fast vollständig die von Fowler (1904) unter der Bezeichnung *Gazelletta fragilis* Borgert beschriebene Form (Textfig. 36) überein. Als Zahl der Radialstacheln wird von Fowler 10—13 angegeben. Bezüglich der Oeffnung der Außenschale konnte Fowler nicht vollkommen ins klare kommen, jedoch neigt er zu der Ansicht, daß dieselbe im lebenden Zustand durch ein dünnes Häutchen verschlossen ist.

Als einziger Unterschied zwischen der Fowler'schen Form und der mir vorliegenden Art wäre, abgesehen von der etwas verschiedenen Stellung der Radialstacheln, vielleicht zu erwähnen, daß sich nach Fowler zwischen den basalen Abschnitten der Radialstacheln ein Maschenwerk von Skelettfäden ausspannt, mit welchem das Diaphragma verbunden zu sein scheint. An meinem Objekt habe ich nichts derartiges entdecken können, doch zeigen ja die Befunde bei *Planktonetta atlantica*, daß die Stützfäden vergängliche Gebilde sind und in bestimmten Entwickelungsstadien resorbiert bezw. neugebildet werden können. Es würde demnach der Mangel eines solchen Maschenwerkes der Annahme nicht im Wege stehen, daß die Fowler'schen Formen Solitärzustände der von mir beschriebenen koloniebildenden *Nationaletta valdiviae* darstellen und zur letzteren etwa in dem gleichen Verhältnis stehen, wie die solitären zu den koloniebildenden Tuscaroriden, sei es, daß es sich um Individualvarianten oder um normale Entwickelungsphasen handelt. Auf alle Fälle sind die Fowler'schen Formen und *Nationaletta valdiviae* in unmittelbare Nachbarschaft zu stellen, während, wie bereits oben angedeutet wurde, die Borgert'sche *Gazelletta fragilis* mit denselben in keiner näheren Berührung steht.

Fundort: T.-St. 239 (nördlicher Indik, V.).

Die Fowler'schen Formen wurden im Golf von Biscaya gefunden. Sie fehlten in Vertikalnetzzügen aus Tiefen bis zu 25 Faden und in Schließnetzzügen aus Tiefen von mehr als 200 Faden, dagegen traten sie besonders zahlreich in den Horizonten zwischen 100 und 200 Faden (180 und 360 m) auf, sind also dem tieferen Knephoplankton beizuzählen.

6. Gattung. *Atlanticella* Borgert (1905).

Schale fehlt mit Ausnahme des Peristoms. Centralkapsel zu einer großen Schwimmblase umgewandelt, welche an der oralen Seite 4 kreuzweise gestellte runde Vorwölbungen und zwischen ihnen eine große Astropyle aufweist. Peristom großwabig, mit mehreren, teils nach der Seite der Centralkapsel, teils nach der entgegengesetzten Seite gerichteten, symmetrisch angeordneten Radialstacheln, an der Phäodiumseite von einer klöppel- oder sackförmigen Außenschale überwölbt.

Borgert zählt 3 Arten auf:

A. anacantha. Ohne jedes Skelett (Skelett in Verlust geraten?). Fundorte: Nord- und Südäquatorialstrom.

A. craspedota (Textfig. 38). Peristom mit 4 kreuzweise gestellten, schräg aufwärts (nach der Centralkapselseite) gerichteten Armen, deren jeder einen abwärts weisenden, dünnen, zugespitzten Stachel trägt. Außenschale spindel- oder keulenförmig. Höhe der Außenschale 0,37 bis 0,50 mm. Fundorte: Floridastrom, Sargassosee, Guineastrom.

A. planktonica. Peristom mit 4 divergierenden, schräg aufwärts gerichteten Armen, welche je zwei abwärts weisende, lange, zugespitzte Stacheln tragen. Außenschale spindelförmig oder am freien Ende kolbig aufgetrieben. Höhe der Außenschale 0,32—0,40 mm. Fundorte: Südäquatorialstrom.

Im Material der „Valdivia" fanden sich die Skelette von 2 einander sehr nahestehenden Atlanticellen, und zwar in je einem Exemplar, vor. Gemeinsam ist beiden die beutelförmige Außenschale, die 4 kreuzweise gestellten, nach aufwärts gebogenen und gegabelten Arme und vor allem der Besitz von jederseits einem nach abwärts gekrümmten Stachel, welcher mit seinem gegabelten Basalteil je zwei benachbarten Armen aufsitzt (Taf. LIII, Fig. 433, 434; Taf. LX, Fig. 461). Die doppelten Endstümpfe, die sich bei meinen Exemplaren an den Armen fanden, weisen darauf hin, daß die vorliegenden Formen an jedem Arm noch einen zweiten Stachel, also im ganzen deren sechs besaßen. Dadurch unterscheiden sie sich von den BORGERT'schen Formen, welche an jedem Arm mit 2, also zusammen acht Stacheln versehen waren.

Untereinander sind die beiden Exemplare der „Valdivia"-Ausbeute verschieden vor allem hinsichtlich ihrer Größe: bei dem einen (Fig. 433) beträgt die Höhe der Außenschale 0,355, bei dem anderen (Fig. 434) 0,555 mm. Auch die basalen Enden der Radialstacheln haben eine verschiedene Struktur: bei der kleineren Form (Textfig. 34 a) sind die Kämmerchen an der Stachelbasis einreihig angeordnet und gehen bald in eine regelmäßige zweireihige Anordnung über, während sie bei dem größeren Exemplar (Textfig. 34 b) an der Basis mehrreihig angeordnet sind und mit ihren nach außen gerichteten Fortsätzen an die Schuppen eines Coniferenzapfens erinnern. Endlich zeigt die Form der Außenschale und die Beschaffenheit ihrer Oberfläche einige Verschiedenheiten, weshalb ich vorläufig 2 verschiedene Species aufstellen will.

Atlanticella bicornis n. sp.

Taf. LIII, Fig. 433; Taf. LX, Fig. 461; Textfig. 34 a.

Peristom großwabig, mit 4 kreuzweise gestellten, schräg aufwärts gerichteten Armen, welche sich in einen äußeren dickeren und einen inneren dünneren Ast gabeln. Ersterer stellt wahrscheinlich den Stumpf eines abgebrochenen Stachels dar.

Zwei nach abwärts gerichtete Stacheln, welche je mit einem gegabelten Anfangsstück den Basen von je 2 benachbarten Armen aufsitzen. Ihre Länge — 2 mm — beträgt das Fünf- bis Sechsfache der Höhe der Außenschale, sie sind leierartig geschweift, am Ende zugespitzt und mit zweizeilig angeordneten Dornen versehen, welche je am Ende einer Querreihe winziger Zähnchen stehen. Die Kämmerchen sind an der Basis einreihig, weiterhin regelmäßig zweireihig angeordnet, sie sind von flaschenförmiger Gestalt und berühren mit ihrem verjüngten, distalen Ende jeweils einen der Dornen (Textfig. 34 a).

Außenschale beutelförmig mit kolbig angeschwollenem Distal- und halsartig eingeschnürtem Proximalabschnitt, sehr dünnwandig, mit glatter Außenfläche, mit Phäodium gefüllt.

Höhe der Außenschale 0,355 mm, Länge der Stacheln 2,0 mm.

Fundort: T.-St. 55 (Guineastrom, V. 600).

Atlanticella morchella n. sp.

Taf. LIII, Fig. 434, Textfig. 34 b.

Beschaffenheit des Peristoms und Insertion der beiden Stacheln wie oben. Stacheln an der Basis mit mehrreihig angeordneten, flach-taschenförmigen, schuppenartig sich deckenden Kämmerchen (Textfig. 34 b).

Außenschale beutelförmig (an eine Morchel erinnernd), derbwandig, an der Außenfläche dicht mit feinen Längsrunzeln bedeckt.

Höhe der Außenschale 0,555 mm.

Fundort: T.-St. 215 (nördlicher Indik, V. 2500).

5. Unterordnung. Phaeoconchia.

Unter der Bezeichnung Phaeoconchia faßt Haeckel diejenigen Tripyleen zusammen, bei welchen die Centralkapsel von einer zweiklappigen Schale eingeschlossen ist. Es handelt sich also um die Familien der Concharíden, Cölodendriden und Cölographiden. Indem Haeckel die hornartigen Apophysen, die man bei den Gattungen *Conchasma*, *Conchidium* und *Conchoceras* findet, und insbesondere die an der Basis gefensterten Apikalhörner von *Conchonia* als Ausgangspunkt für die Bildung der Hohlstacheln und der Galea der Cölodendriden und Cölographiden betrachtet, kommt er zu dem Ergebnis, daß die 3 Familien der Phäoconchien eine phylogenetische Reihe bilden, in welcher die Concharíden die primitivsten, die Cölographiden die am höchsten differenzierten Formen darstellen.

Ich werde auf die von Haeckel angenommenen Beziehungen zwischen den 3 Gruppen in der Einleitung zu den Cölodendriden ausführlich zurückkommen und hier nur so viel vorausschicken, daß nach meiner Meinung einerseits die Concharíden, andererseits die in einer Familie zu vereinigenden Cölodendriden und Cölographiden, abgesehen von der zweiteiligen Beschaffenheit des Skelettes, in keinem wesentlichen Strukturverhältnis übereinstimmen und daher wohl kaum in einer und derselben Unterordnung zusammengestellt werden dürfen, wenn man sich nach den systematischen Normen richtet, die in den übrigen Abteilungen der Tripyleen Anwendung gefunden haben. Ich möchte daher in der Unterordnung der Phaeoconchia nur die Familie der Concharíden belassen und für die erweiterte Familie der Cölodendriden eine neue Unterordnung, die der Phaeodendria, aufstellen.

Was die Beziehungen anbelangt, welche die Phäoconchien in der von mir vorgeschlagenen Abgrenzung zu anderen Tripyleen zeigen, so dürften dieselben hinsichtlich der Schalenstruktur zum Teil den Castanelliden, zum Teil den Challengeriden am nächsten kommen. Insbesondere weist, wie unten ausgeführt werden soll, auf der einen Seite *Conchellium tridacna* eine große Uebereinstimmung mit der Gattung *Castanidium* auf, andererseits zeigt die Schale von *Concho-*

cystis lenticula eine große Aehnlichkeit mit manchen Challengeridenschalen, und ebenso können die ampullenförmigen Poren von *Conchopsis* und die flaschenförmigen Porenräume in der Schale von *Concharium asymmetricum* mit denjenigen von *Challengeria Naresi* verglichen werden. Freilich kann weder aus diesen Konvergenzbildungen, noch aus den Uebereinstimmungen, welche die Centralkapseln der Concharïden und Challengeriden in einigen Punkten aufweisen, ein Schluß auf eine nähere Verwandtschaft der genannten Familien gezogen werden.

11. Familie. Concharidae.

Tripyleen mit zweiklappiger Gitterschale, deren Hälften in der Regel durch ineinander greifende Zahnreihen verbunden sind.

Größe. Die Concharïden gehören zu denjenigen Tripyleen, bei welchen die Größe in einer deutlichen Abhängkeit von der Vertikalverbreitung steht. Es geht dies ohne weiteres aus der beifolgenden Tabelle hervor, in welcher die Schalenhöhe oder der größte Durchmesser des durch die Schalennaht gelegten Schnittes (nach HAECKEL die Länge der Haupt- oder Longitudinalachse) als Maßstab genommen wurde. Den von mir gefundenen Zahlen sind in Klammern die von HAECKEL und BORGERT angegebenen Maße beigefügt. Es zeigt sich, daß speciell die von den pacifischen Exemplaren herrührenden Maße fast durchweg etwas größer als die dem „Valdivia“-Material entnommenen sind.

Knephoplanktonische Formen	*Conchocystis lenticula* 0,17 (B. 0,18—0,22)
	Conchidium rhynchonella 0,15 (H. 0,3)
	Conchophacus diatomeus 0,18 (H. 0,22)
	Conchoceras caudatum 0,22—0,25 (H. 0,24—0,26; B. 0,24—0,29)
Pamplanktonische Form	*Conchidium terebratula* 0,20—0,23 (H. 0,24—0,28)
Skoto- und nyktoplanktonische Formen	*Conchellium tridacna* 0,33—0,4 (H. 0,34—0,38)
	Conchopsis orbicularis 0,55—0,57 (H. 0,53)
	Conchopsis navicula 0,75—0,95 (H. 0,8)

In Bezug auf die Gestalt der Doppelschale sind zu unterscheiden die Formen mit gewölbter und diejenigen mit stark abgeflachter, linsenförmiger Schale. Bei ersteren ist die Schale nur in seltenen Fällen, nämlich bei einigen Exemplaren von *Conchellium tridacna* (Taf. LX, Fig. 470), nahezu sphärisch. In der Regel zeigt sich vielmehr längs der Naht eine Einschnürung, so daß die Schale in Flächenansicht aprikosenartig erscheint (Taf. LX, Fig. 462). Dazu kommt dann meist noch eine Abplattung senkrecht zu der die Nahtlinie enthaltenden Durchmesserebene, so daß die Schale in Polansicht einen achterförmigen, in Kantenansicht einen schmal-ovalen Umriß besitzt (Taf. LX, Fig. 465).

Weitere Abweichungen von der sphärischen Form entstehen, abgesehen von dem Vorhandensein hornförmiger Anhänge, noch dadurch, daß die beiden Halbschalen speciell verschiedener *Conchidium*-Arten sehr häufig von ungleicher Größe und Form sind. Auf diese Unregelmäßigkeiten, welche, wie wir sehen werden, Hand in Hand gehen mit Ungleichheiten in der Struktur der beiden Halbschalen, wird weiter unten mehrfach zurückgekommen werden.

Unter den linsenförmigen Schalen sind zwei Typen zu unterscheiden, nämlich die Schale von *Conchophacus diatomeus* (Taf. LXI, Fig. 472), bei welchem die Nahtlinie mit dem Aequator der Linse zusammenfällt, und die *Conchopsis*-Arten (Fig. 474, 475), bei welchen die

Trennungsebene der beiden Halbschalen senkrecht zur Aequatorebene der Linse steht. Bei den *Conchopsis*-Arten ist, wie schon Haeckel hervorgehoben hat, der Schalenrand häufig kielförmig verjüngt, so daß ähnliche Schalenformen zu Stande kommen, wie sie von den im Aufenthalt übereinstimmenden Riesenformen der Challengeriden *(Challengeria Naresi)* bekannt sind (Taf. LX, Fig. 469; Taf. LXII, Fig. 482). Es scheint mir zweifellos zu sein, daß diese kielförmigen Bildungen in der früher (S. 245) angegebenen Weise mit der vertikalen Ortsveränderung im Zusammenhang stehen.

Es wurde bei den bisherigen Angaben auf die Orientierung der Schale im Raum keine Rücksicht genommen. Was nun diese anbelangt, so hat Haeckel die Ansicht vertreten, daß die beiden Halbschalen, ähnlich wie die der Brachiopoden, als eine dorsale und eine ventrale zu betrachten sind (vergl. Textfig. 40). Wie Haeckel zu diesen Anschauungen gekommen ist, geht aus folgenden Sätzen[1] (Rep., p. 1711) hervor: „Die Centralkapsel ist so zwischen den zwei gefensterten Schalen eingeschlossen, daß ihre 3 Oeffnungen in dem horizontalen (frontalen) offenen Spalt zwischen den beiden Schalen liegen, die Astropylen am oralen Pole der Hauptachse, die beiden Parapylen zu beiden Seiten des aboralen Poles, zur Linken und zur Rechten. Die Ebene, in welcher die 3 Oeffnungen liegen, ist also die Frontalebene, durch welche der ganze Körper in eine dorsale und in eine ventrale Hälfte zerlegt wird. Folglich müssen die beiden Schalen, wie bei den Brachiopoden, als dorsale und ventrale Klappe betrachtet werden, und die symmetrischen Hälften jeder Klappe als rechte und linke Hälfte. Das voluminöse Phäodium liegt stets in der oralen, die Centralkapsel in der aboralen Hälfte der Schalenhöhle." Weshalb nun Haeckel gerade die die Schalennaht und die Kapselöffnungen enthaltende Ebene als die Horizotalebene betrachtet, geht aus einer Bemerkung hervor, welche er weiter unten (l. c. p. 1712) beim Vergleich der Conchariden mit den Cölodendriden und Cölographiden macht. Hier sagt Haeckel, daß, während bei letzteren beiden Familien die Haupt- oder Längsachse des Körpers beim lebenden und frei flottierenden Tier normalerweise vertikal zu sein scheine, dieselbe bei den lebenden Conchariden wahrscheinlich horizontal sei, so daß „die größere und schwerere ventrale Klappe unter die kleinere und leichtere dorsale Klappe zu liegen kommt". Es ist also offenbar die bei manchen Formen auf-

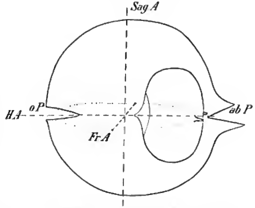


Fig. 40. Orientierung der Conchariden nach Haeckel. *o.P* oraler Pol, *ab.P* aboraler Pol, *H.A* Horizontalachse, *Sag.A* Sagittalachse, *Fr.A* Frontalachse.

1) Im Original sind keine Worte durch den Druck hervorgehoben.

tretende **Ungleichheit** der Schalenklappen gewesen, welche Haeckel auf seine Ansicht gebracht hat.

Das Ergebnis seiner Betrachtungen faßt dann Haeckel nochmals (l. c. p. 1712) in folgenden Worten zusammen: „Die geometrische Grundform des Körpers ist also bei den Conchariden dipleural oder bilateral-symmetrisch, und wir unterscheiden an demselben die gleichen drei Dimensiv-Achsen, wie bei anderen dipleuren Formen. Am vorderen oder oralen Pol (Textfig. 40 *H.A*) der **Haupt-** oder **Längsachse** *(H.A)* liegt der Schalenmund und hinter ihm das Phäodium; am gegenüberliegenden hinteren oder aboralen Pole *(ab.P)* liegt das Schalen-Scharnier (vergleichbar dem Schalen-Scharnier der Brachiopoden) und vor demselben die Centralkapsel. Die **Sagittal-** oder **Dorsoventralachse** *(Sag.A)*, welche die **Schalenhöhe** bestimmt, enthält an ihrem dorsalen oder oberen Pol den **Apex** oder höchsten Punkt der dorsalen Klappe, an ihrem ventralen oder unteren Pol den **Apex** oder untersten Punkt der ventralen Klappe. Die beiden Pole der **Frontal-, Lateral-** oder **Transversalachse** *(Fr.A.)* sind gleich und durch die beiden Parapylen der Centralkapsel und die entsprechenden Punkte des zwischen den beiden Klappen gelegenen Schalenspaltes bestimmt. Gewöhnlich ist die Hauptachse die längste, die Frontalachse die kürzeste, und zwischen ihnen steht die Sagittalachse." Im folgenden werden dann noch besonders die drei wichtigsten Schnittebenen bezw. Umfänge als **sagittal**, **cinctural** (äquatorial) und **frontal** (lateral) unterschieden.

Entsprechend dieser Darstellung sind auf Taf. CXXIV des Reports eine Reihe von Formen so gezeichnet, daß die Schalennaht horizontal liegt. Auf den beiden anderen Tafeln (CXXIII und CXXV) ist dagegen speciell bei den Arten der Gattung *Conchopsis* **die Nahtebene senkrecht orientiert.**

Ich halte diese letztere Orientierung für die natürliche, denn offenbar sprechen eine ganze Reihe von Momenten gegen die von Haeckel vertretene Auffassung. Zunächst widerspricht es durchaus dem statischen Empfinden, wenn man die geschwänzten Formen, wie namentlich *Conchoceras* (Taf. LX, Fig. 467), horizontal orientiert, so wie dies im Report (Taf. CXXIV, Fig. 16 u. a.) und auch von Seiten Borgert's (1903, S. 756) geschehen ist. Zweitens widerspricht die von Haeckel angenommene Lage der Centralkapseln allen Anschauungen, zu welchen man sonst bezüglich der Orientierung der Centralkapseln der Tripyleen gelangt. Drittens würden, bei der von Haeckel angenommenen Orientierung, die linsenförmigen Formen eine ganz verschiedene Stellung einnehmen: *Conchophacus diatomeus* (Taf. LXI, Fig. 472) würde als eine dorso-ventral, die *Conchopsis*-Arten (Fig. 474, 475) als seitlich abgeplattete Formen erscheinen. Man wird sich aber ungern dazu entschließen können, von nahe verwandten und gleichgestalteten Formen anzunehmen, daß die einen flach im Wasser liegen, die anderen in aufrechter Stellung schweben.

Aus allen diesen Gründen möchte ich die Ansicht vertreten, daß **alle** Conchariden in der Weise im Wasser orientiert sind, daß die die Schalennaht enthaltende Ebene oder, wie ich sie kurz nennen möchte, die **Nahtebene** eine senkrechte Lage einnimmt. In diesem Falle würde die Centralkapsel die auch bei anderen Tripyleen übliche Orientierung zeigen, es würde ferner der Gegensatz zwischen *Conchophacus diatomeus* einerseits und der Gattung *Conchopsis* andererseits in Wegfall kommen, und vor allem würde die kielförmige Verjüngung des Schalenrandes von *Conchopsis* eine einfache Erklärung finden. Wie bei *Challengeria Naresi*, so würde auch

bei *Conchopsis* diese kielförmige Bildung mit der Vertikalbewegung in Zusammenhang gebracht werden können.

Wenn wir also die Nahtebene als Vertikalebene und damit die „Haupt- oder Längsachse" HAECKEL's als eine senkrechte betrachten, so fragt es sich, welcher „Pol" der Hauptachse als der obere anzusehen ist. Die Betrachtung monaxoner, ungleich-poliger Tripyleen, insbesondere der Tuscaroren, Challengeriden und Medusettiden, hat zu der Auffassung geführt, daß bei denselben die die Centralkapsel enthaltende Schalenhälfte oben, das Phäodium sowie die Pylomöffnung unten liegt, und daß also die Centralkapsel oberhalb des Phäodiums gelagert und also mit ihrer Astropyle nach unten gerichtet ist. Ist diese Auffassung richtig, so wird man sie wohl auch auf die Conchariden übertragen dürfen und man wird also den von HAECKEL als aboral bezeichneten Pol (Textfig. 40 *ab.P*) als den Scheitelpunkt, den oralen *(o.P)* als den untersten Punkt der Schale zu betrachten haben. Bei denjenigen Formen, deren Schale keine hornförmigen Fortsätze besitzt, z. B. bei *Conchopsis* (Taf. LXI), bereitet diese Auffassung in der That keine weiteren Schwierigkeiten. Etwas anders liegt die Sache bei *Conchidium* und *Conchoceras* (Taf. LX, Fig. 462, 467). Hier lassen diejenigen Exemplare, bei welchen das Phäodium vollständig erhalten und daher eine künstliche Verlagerung der Centralkapsel nicht anzunehmen ist, erkennen, daß die Centralkapsel sich an dem geschwänzten Pole befindet, und man wird also, wenn man an der angenommenen Orientierung festhält, zu der Ansicht geführt, daß bei *Conchidium* und *Conchoceras* die Hörner nach oben gerichtet sind, im Gegensatz zu den Challengeriden, bei welchen anzunehmen ist, daß die markantesten Schalenfortsätze, nämlich die Peristombildungen, nach unten gerichtet sind. Indessen scheint mir die in diesem Widerspruch gelegene Schwierigkeit keine unüberwindliche zu sein, zumal wir bei den Cölodendriden vor ähnliche Verhältnisse geführt werden.

Eine weitere Schwierigkeit, welche sich bei der hier angenommenen Orientierung ergiebt, liegt vielleicht darin, daß in vielen Fällen, wie bereits erwähnt wurde, die Schalenhälften von ungleicher Größe und Form sind. Es scheint mir aber diese verhältnismäßig geringe Asymmetrie für die Frage nach der Gleichgewichtslage des Concharidenkörpers viel weniger ins Gewicht zu fallen als beispielsweise die schwalbenschwanzförmigen Anhänge von *Conchoceras*, für welche im Falle der Richtigkeit der HAECKEL'schen Orientierung eine horizontale Lagerung angenommen werden müßte.

In Bezug auf die Struktur der Schale hat schon HAECKEL hervorgehoben, daß die häufig hexagonal umrahmten Poren die Schalenwandung entweder senkrecht oder schief durchbohren, daß sie in einzelnen Fällen (bei *Conchopsis*) in der Mitte ampullenartig erweitert und bei der Mehrzahl der Arten in regelmäßig gekrümmten, gegen die Pole der Hauptachse konvergierenden und durch vorstehende Cristen voneinander getrennter Reihen angeordnet sind. Ferner erwähnt HAECKEL in kurzem, daß die Seitenränder der Schalenklappen gewöhnlich mit je einer Reihe von kräftigen, konischen Zähnen ausgestattet sind, welche ineinander greifen, ähnlich den Schloßzähnen der Lamellibranchiaten; daß bei einigen Formen *(Conchopsis)* der Rand der Schale nach innen zu wie das Deck eines Bootes oder das Velum der Medusen vorspringt und daß, ebenfalls bei *Conchopsis*, die Schalenklappen mitunter am aboralen Pol durch ein schwarzbraunes Ligament miteinander verbunden seien

In Bezug auf die genannten Strukturverhältnisse sei hier folgendes zur Ergänzung hinzugefügt:

In seltenen Fällen, so bei *Conchocystis lenticula* (Taf. LXI, Fig. 473) ist die „Schalenwandung dicht von kleinen Poren durchsetzt, so daß ein feines Netzwerk ähnlich wie bei den Challengeriden entsteht, doch sind die Poren nicht in Reihen regelmäßig angeordnet" (Borgert). An die Schalenstruktur der Challengeriden, insbesondere an manche Vorkommnisse bei *Challengeria Naresi* erinnern auch die thränen- oder flaschenförmigen Poren von *Concharium asymmetricum* (Taf. LXI, Fig. 478). Dieselben sind zum Teil nur unvollständig oder gar nicht nach außen durchgebrochen, so daß sie im Kanadabalsam mit Luftperlen gefüllt sind.

Die häufigste Form, welche die Poren zeigen, ist die von einfachen, rundlichen oder rundlich-oblongen, fensterartigen Durchbrechungen der Schalenwandung. Diesen an die Struktur der Castanellidenschale erinnernden Typus trifft man bei den verschiedenen Formen von *Conchidium* und *Conchoceras* an (Taf. LX, Fig. 462 u. a.). Auch bei *Conchellium tridacna* (Taf. LX, Fig. 470, 471) liegen ähnliche Verhältnisse vor, nur ist hier die äußere Oeffnung meist etwas weiter als die innere, so daß die Poren dann eine trichter- oder besser napfförmige Gestalt haben. Auch ist ihre Wandung je mit 6 kleinen Zähnchen besetzt (vergl. auch Taf. LXII, Fig. 483).

Besondere Modifikationen finden sich noch bei *Conchophacus diatomeus* und bei der Gattung *Conchopsis*. Bei ersterem (Taf. LXII, Fig. 481, 487) haben die Poren im allgemeinen eine länglich-ovale Gestalt, ihre äußeren Oeffnungen stellen sich als schmale Schlitze dar, während sich nach innen zu ihr Querdurchmesser beträchtlich vergrößert. Sie sind umgeben von einem dicken, hyalin erscheinenden Porensaum, welcher an den Enden der Schlitze eine lamellöse Schichtung aufweist. Die Zwischenräume zwischen den benachbarten Porensäumen, also die axialen Partien der Balken der Gitterschale, weisen bei einigen Exemplaren im Kanadabalsam eine rötlichgelbe, glänzende Beschaffenheit auf (Fig. 487), eine Verschiedenheit, die an den Unterschied zwischen der primären und sekundären Verkieselung bei anderen Tripyleen erinnert und, soviel ich sehe, auf einer Durchtränkung allerfeinster Porenräume mit Luft beruht. Nicht selten sind einzelne Porenschlitze durch einen Querbalken halbiert (Fig. 481).

Bei der Gattung *Conchopsis* treten nicht selten, wenigstens an der einen Halbschale, einfache, fensterartige Durchbrechungen auf, wie bei *Conchidium* und *Conchoceras* (vergl. Taf. LXII, Fig. 486, linke Schalenhälfte). In der Regel finden sich aber besondere Modifikationen, und zwar entweder ampullenförmige Poren mit enger Außen- und Innenöffnung und erweiterter Mitte, also Bildungen, welche an die Poren der Challengeriden erinnern (Taf. LXII, Fig. 486, rechte Schalenhälfte), oder schlitzförmige Oeffnungen, mit sehr schmaler Außenöffnung und mit weiterer, aber kürzerer Innenöffnung (Taf. LXII, Fig. 480), wie sie sich in ähnlicher Weise bei *Conchophacus diatomeus* finden. In der Mehrzahl der Fälle treten beide Typen an der nämlichen Schale auf, und zwar die ampullenförmigen Poren an den flach gewölbten, mittleren Schalenabschnitten, die schlitzförmigen in der Nähe der Kante. Bei *Conchopsis pilidium* (Taf. LXI, Fig. 475) überwiegen die ersteren, bei *C. orbicularis* (Taf. LXI, Fig. 474) finden sich schon wenige Reihen von der Schalennaht entfernt die schlitzförmigen Poren, so daß diese die Ueberzahl bilden. Der Uebergang zwischen beiden Typen vollzieht sich in der Weise (Taf. LXII, Fig. 486, rechts), daß zunächst die schmale Innenöffnung in Wegfall kommt, so daß die Pore mit ihrem erweiterten Teil direkt in den Schalenraum mündet. Sodann zieht sich die äußere

Oeffnung zu einem langen Schlitz aus, so daß sie mit ihrem Längendurchmesser den Durchmesser des breiteren Innenteils beiderseits überragt (Fig. 480). Nicht selten sieht man zwischen den ampullenförmigen Poren Doppelbildungen mit doppelter Außen- und einfacher Innenöffnung (Fig. 484, unten).

Von einer Anzahl von Formen giebt Haeckel an, daß die Poren von einem hexagonalen Rahmen umgeben seien, so z. B. von *Conchellium tridacna* und von mehreren *Conchopsis*-Arten. Es scheint, daß Haeckel dabei verschiedene Dinge im Auge gehabt hat. Wenigstens finde ich einerseits bei *Conchellium tridacna* in sämtlichen Knotenpunkten der sehr derbwandigen Schale rundliche Höcker, so daß wenigstens einigermaßen eine Aehnlichkeit mit dem charakteristischen wabigen Rahmenwerk von *Castanarium* und anderen Castanelliden zu stande kommt (Taf. LX, Fig. 470); andererseits läßt sich bei mehreren Formen von *Conchopsis* bei Anwendung von Oelimmersion erkennen, daß die hexagonalen Rahmen, welche die Poren umgeben, nicht durch leistenförmige Erhebungen der Schalenoberfläche, sondern durch die körnige, zuweilen auch filzig-fibrilläre Struktur der axialen Teile des Balkenwerks gebildet werden (Taf. LXII, Fig. 480). Bei einzelnen Exemplaren von *Conchopsis* und ebenso von *Conchophacus diatomeus* zeigen, wie dies für letztere Form bereits erwähnt wurde, diese axialen Teile gegenüber der hyalinen, transparenten Beschaffenheit der Porensäume ein gelblich glänzendes Aussehen. Sowohl die körnige oder filzige Innenschicht bei *Conchopsis* als das gelbliche Rahmenwerk bei *Conchopsis* und bei *Conchophacus diatomeus* dürfte der sekundären, vielfach mehr oder weniger porösen Kieselsubstanz oder „Füllsubstanz“ anderen Tripyleen homolog zu setzen sein, und zwar scheint mir speciell das gelbliche, fettig-glänzende Aussehen darauf zu beruhen, daß die außerordentlich feinen Poren der Füllsubstanz im Kanadabalsam mit Luft gefüllt sind.

Während ich so in keinem Falle ein eigentliches hexagonales Trabekelsystem beobachten konnte, ließen sich bei mehreren Formen die auch von Haeckel erwähnten und abgebildeten leistenförmigen Säume oder Cristen nachweisen, durch welche die in diesen Fällen sehr regelmäßig verlaufenden Porenreihen voneinander getrennt werden. Namentlich deutlich zeigen sich diese Strukturen bei *Conchidium rhynchonella*, bei welcher Form man namentlich in Polansicht (Taf. LX, Fig. 465) die Cristen am äußeren Kontur deutlich hervorspringen sieht. Auch bei *Conchoceras* und in den peripheren Schalenpartien von *Conchopsis orbicularis* sind diese Cristen meist deutlich zu erkennen.

Ein besonderes Interesse verdient die Thatsache, daß bei fast allen Formen Individuen auftreten, deren Halbschalen bei gleicher oder ungleicher Größe und Gestalt eine sehr verschiedenartige Beschaffenheit der Poren aufweisen. Eine Reihe solcher Fälle ist auf den Tafeln zur Darstellung gebracht worden. Schon das große in Taf. LXI, Fig. 475 abgebildete Exemplar von *Conchopsis pilidium* zeigt an den beiden Halbschalen einen merklichen Unterschied in der Porengröße. Noch augenfälliger ist die Verschiedenheit der Poren bei dem verkrüppelten, in Taf. LXII, Fig. 486 dargestellten Exemplar der nämlichen Art: die eine Halbschale besitzt einfache, weite Oeffnungen nach Art von *Conchidium terebratula*, die andere Halbschale dagegen die für unsere Art charakteristischen ampullen- und schlitzförmigen Poren. Auch von den verschiedenen *Conchidium*-Arten finden sich häufig Individuen mit doppelter Schalenstruktur; so zeigte eine kleine, wahrscheinlich zu *C. terebratula thecidium* zu stellende Form (Taf. LX, Fig. 463) an der einen Halbschale die reihenweise Anordnung der Poren und die Cristenbildungen, wie sie sich bei

C. rhynchonella finden, während die andere Schale eine gleichmäßigere Porenverteilung und eine glatte Oberfläche aufwies. Auf die vermutliche Bedeutung aller dieser Strukturverschiedenheiten wird später zurückgekommen werden.

In Bezug auf die Schalenzähne vermag ich die Darstellung HAECKEL's in verschiedenen Punkten zu ergänzen.

Was zunächst die Unterfamilie der Conchasmida anbelangt, deren Schalen keine Zähne besitzen, so liegen mir außer zwei unvollständigen Stücken von *Concharium asymmetricum* (Taf. LXI, Fig. 479) keine hierher gehörigen Formen vor. Die HAECKEL'sche Art *Concharium diatomeum* ist mir allerdings in zahlreichen Exemplaren zu Gesicht gekommen, indessen konnte ich bei derselben eine ganz ähnliche Bezahnung feststellen wie bei *Conchidium* und *Conchoceras* (Taf. LXII, Fig. 485), so daß man diese Art aus der Unterfamilie der Conchasmida herausnehmen und in die Nähe der beiden eben genannten Gattungen stellen muß.

Unter den übrigen Concharíden, welche zusammen die HAECKEL'sche Unterfamilie der Conchopsiden bilden, sind zwei Haupttypen zu unterscheiden, von welchen der in den Gattungen *Conchellium*, *Conchidium* und *Conchoceras* verbreitete der ursprünglichere zu sein scheint. Besonders schön treten die Verhältnisse bei den Schalen von *Conchoceras caudatum* hervor (Taf. LVIII, Fig. 457, Innenansicht): die Zähne der beiden Einzelschalen greifen ineinander, wie die Finger einer gefalteten Hand, und zwar so, daß die Zähne der einen Halbschale auf die Innenseite der anderen Halbschale zu liegen kommen und hier mit derselben durch zwei Führungen verbunden sind. Betrachtet man die Schalen von der Innenseite, so stellt sich die erste Führung als eine Reihe von breiten Schleifen oder Laschen dar, welche die Wurzeln von je 2 Zähnen miteinander verbinden und den von ihnen umschlossenen Zähnen der anderen Schale nur einen geringen Spielraum gewähren. Die zweite Führung, welche die Spitzen der Zähne aufnimmt, besteht entweder aus paarweise angeordneten Höckern oder Pfeilern, oder aber aus dünnen Spangen, welche vielfach auch in den Zwischenräumen zwischen 2 Zahnspitzen zur Ausbildung gelangt sind und dann häufig nach Art von Brückenbögen die hier gelagerten Poren übersetzen. Die ganze Verbindung der beiden Schalen ist eine derartige, daß die beiden Halbschalen bei einer Volumvergrößerung des Weichkörpers um eine ziemliche Strecke auseinanderweichen können, ohne ihren Zusammenhalt zu verlieren. Eine Verschiebung der Schalen ist dabei nur in der Richtung der Zähne, also in horizontaler Richtung (nach HAECKEL in der Richtung der dorsoventralen oder sagittalen Achse) möglich, dagegen sind Drehungen der Halbschalen gegeneinander, sei es um die (nach meiner Auffassung senkrechte) Hauptachse, sei es um die Querachse, ausgeschlossen. In dieser Hinsicht ist der Verschlußmechanismus der Concharíden von demjenigen der Lamellibranchier wesentlich verschieden, ganz abgesehen davon, daß es sich bei den Concharíden um eine bedeutend kompliziertere Einrichtung handelt. Allenfalls könnte das Schloß der Hippuritiden (Rudisten) zum Vergleiche herangezogen werden.

Ganz ähnliche Schloßeinrichtungen wie bei *Conchoceras caudatum* finden sich bei einer ganzen Reihe von anderen Formen. Insbesondere konnte ich bei *Conchidium rhynchonella* (Taf. LVIII, Fig. 458) und *Conchellium tridacna* (Taf. LXI, Fig. 476; Taf. LXII, Fig. 483) ebenfalls zwei Führungen nachweisen, von denen die erste in der Regel aus bandförmigen, die Zahnwurzeln verbindenden Laschen, die zweite aus dünnen Spangen (Fig. 483) oder aus doppelten Pfeilern (Fig. 476) besteht. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei der vorhin genannten, von

Haeckel als *Conchidium diatomeum* beschriebenen Form (*Conchophacus diatomeus*, Taf. LXII, Fig. 485), nur daß hier die zweite Führung sehr nahe an die erste herangerückt ist.

Unregelmäßigkeiten in der Anordnung der Zähne sind nicht selten. Von einem gewissen entwickelungsgeschichtlichen Interesse sind namentlich die Fälle, in welchen an einer Halbschale statt eines normalen Zahnes 2 etwas kleinere auftreten (Taf. LXII, Fig. 483, 485). Da man anzunehmen hat, daß bei der Teilung der Concharidenjedes mit einer Halbschale versehene Tochterindividuum die andere Halbschale regeneriert, und da man feststellen kann, daß derartigen Doppelzähnen auch doppelte Führungen entsprechen, so ist ersichtlich, daß die besondere Gestaltung der regenerierten Halbschale durch die der alten Schale beeinflußt wird.

Eine besondere Stellung nimmt unter den bezahnten Concharidendie Gattung *Conchopsis* ein. Hier wird die erste Führung nicht durch einzelne, die Zahnwurzeln paarweise verbindende Laschen gebildet, sondern sie stellt sich in Form einer kontinuierlichen „Deckleiste" dar, welche über die an der Innenfläche der Schale leistenförmig vorspringenden Zahnwurzeln gelegt ist (siehe namentlich Taf. LXII, Fig. 484, untere Halbschale). Vielfach kann man dann die Zahnwurzeln auch noch jenseits der Deckleisten eine Strecke weit verfolgen, bis sie gegen die zweite Führung hin verstreichen. Was die zweite Führung anbelangt, so stellt sie sich bei *Conchopsis* häufig ebenfalls in Gestalt einer Deckleiste dar, welche mit einem Rande und zum Teil auch mit ihrer Fläche mit der Innenfläche der Schale verwachsen ist, mit ihrem freien Rande dagegen in der Richtung gegen die erste Führung vorspringt (Fig. 484, obere Halbschale). Diese zweite Leiste stellt dann eine Art zweite Etage dar und kann von größeren Poren durchbrochen sein, durch welche man vom Innenraum der Schale aus die ampullenförmigen Poren der ersten Etage, nämlich der eigentlichen Schalenwandung, erblickt (Fig. 484, obere Schalenhälfte). Im Gegensatz zu der hier beschriebenen Anordnungsweise fand ich bei einzelnen Exemplaren von *Conchopsis orbicularis* (Taf. LXI, Fig. 477) an Stelle der zweiten Führung eine Reihe schön geschwungener Leisten, welche, ohne Oesen zu bilden, gegen den Innenraum der Schale vorspringen. Zeigt sich schon darin ein rudimentärer Charakter der zweiten Führung, so tritt derselbe auch in anderer Richtung deutlich hervor. Wie nämlich schon aus einigen Haeckel'schen Figuren (Rep., Taf. CXXV) ersichtlich ist, weichen an einer oder zwei Stellen diese spangenförmigen Bildungen so weit auseinander, daß sie von den verhältnismäßig sehr kurzen Zähnen entfernt nicht berührt werden (Fig. 477). Es liegt also der gewiß nicht häufige Fall vor, daß man bei einem Protozoon rudimentäre Organe nachweisen kann, denn die Annahme, es möchte sich hier nicht um zurückgebildete, sondern um primitive Verhältnisse handeln, wird dadurch unwahrscheinlich, daß die ausgesprochen tiefenbewohnenden Arten der Gattung *Conchopsis* sich auch in Bezug auf die meisten anderen Merkmale als hoch specialisierte Formen ausweisen. Es sei nur an die linsenförmige, gekielte Beschaffenheit der Schale, an die merkwürdigen ampullen- und schlitzförmigen Poren und an den Besitz eines „Velums" erinnert.

Eine Bildung ganz besonderer Art ist das bei der Gattung *Conchopsis* auftretende „Velum". Wie bereits oben erwähnt wurde, beschreibt Haeckel dasselbe als einen durch die verbreiterten Innenränder der Schale gebildeten, gefensterten Sims (inner shelf), welcher einem Bootsdeck oder auch dem Velum der craspedoten Medusen vergleichbar ist. In Wirklichkeit ist das Velum nicht als eine Verbreiterung des Schalenrandes selber, sondern als eine Fortsetzung der inneren Führung zu betrachten. Wie wir nämlich gesehen haben, stellt letztere speciell bei

Conchopsis orbicularis bald eine bordartig von der Innenfläche der Schale abstehende Deckleiste (Taf. LXII, Fig. 484), bald eine Kette von spangenförmigen Trabekeln (Taf. LXI, Fig. 477) dar. In beiden Fällen konvergiert diese zweite (rudimentäre) Führung in der Nähe der Schalenpole gegen den Rand der Halbschale, wobei sie breiter wird und in der Nähe der Schalenkante mit ihrem Gegenüber zu einer deckartigen Bildung zusammenfließt (Taf. LX, Fig. 469, und Taf. LXII, Fig. 482). Die ganze Struktur erinnert in jeder Hinsicht an ein Boot, welches an seinen Längsseiten mit Sitzbänken, am Stern und Bug mit einem Halbdeck versehen ist.

Ganz regelmäßig ragt bei *Conchopsis* die zweite Führung jederseits an einer oder zwei Stellen mit einem stachel- oder höckerartigen Fortsatz gegen das Schalenlumen vor (Taf. LX, Fig. 469, und Taf. LXII, Fig. 482), eine Bildung, die sich auch bei *Conchellium tridacna* (Taf. LX, Fig. 471) und, wie schon Borgert (1903, S. 754, Fig. Qa) angegeben hat, bei *Conchocystis lenticula* (Taf. LXI, Fig. 473) findet. Ueber die Bedeutung dieser Fortsätze kann ich keine Angaben machen, ebensowenig wie über die Funktion einer feinporösen, schleierartigen Kiesellamelle, welche, ein- oder zweiseitig, in der Nähe jener Fortsätze, manchmal auch in Verbindung mit denselben, der Innenfläche der Schalenwandung aufgelagert ist (Taf. LX, Fig. 469, und Taf. LXII, Fig. 482, rechts unten).

Das von Haeckel beschriebene Ligament ist mir nicht zu Gesicht gekommen. Nach Haeckel soll es die Verbindung der aboralen Teile der beiden Schalen aufrecht erhalten, wenn ihre oralen Teile voneinander entfernt werden, „just as in the Brachiopoda". Ich kann mir nicht denken, daß dieses Ligament, wenn es wirklich ein natürliches Vorkommnis ist, eine derartige Bedeutung hat, da, wie wir gesehen haben, durch die doppelte Führung eine Drehung der beiden Halbschalen gegeneinander verhindert wird.

Vom Weichkörper pflegt nur die Centralkapsel und ein größerer oder geringerer Teil des Phäodiums erhalten zu sein. In der Regel ist bei den mehr oberflächlichen Formen aus den Gattungen *Conchidium* und *Conchellium* das Phäodium nur in Gestalt eines kleinen, der Centralkapsel angelagerten Ballens zu sehen, während bei den tiefenlebenden *Conchopsis*-Arten dasselbe entweder den ganzen die Centralkapsel umgebenden Schalenraum ausfüllt oder, infolge der Wirkung der Reagenzien, zu einer sichel- oder halbmondförmigen Masse zusammengezogen erscheint (Taf. LI, Fig. 474 u. 475). Ob diese Unterschiede zwischen den oberflächlichen und tiefenbewohnenden Formen darauf beruhen, daß bei ersteren überhaupt eine geringere Menge von Phäodellen zur Ausbildung gelangt, oder ob, was mir wahrscheinlicher erscheint (1904, I, S. 133), bei den Oberflächenformen infolge der zarten Beschaffenheit der Weichkörperteile ein größerer Teil des Phäodiums ausgeflossen ist, darüber möchte ich mich nicht entscheiden. Erwähnt sei hier nur noch einmal, daß die nämlichen Verhältnisse auch bei den Challengeriden wiederkehren.

Innerhalb des Schalenraumes nimmt die Centralkapsel im natürlichen Zustand eine ganz bestimmte Lage ein. Bei den Formen, deren Schalen an einem Pole mit hornförmigen Anhängen versehen sind *(Conchidium, Conchoceras)*, kann an gut erhaltenen Exemplaren mit Regelmäßigkeit festgestellt werden, daß die Centralkapsel dem hörnertragenden Pole naheliegt und mit ihrer Astropyle gegen das Innere der Schale gerichtet ist, wie dies schon von Haeckel richtig dargestellt wurde (Rep., Taf. CXXIV, Fig. 6 u. 10). Bei der Gattung *Conchopsis* lassen sich die beiden Schalenpole dadurch unterscheiden, daß die Zahnreihe von dem einen Pol einen

geringeren Abstand besitzt als von dem anderen. Ersterer ist ferner bei vielen Individuen, aber nicht immer, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanten der Halbschalen in eine knöpfchenförmige Verdickung enden, während am anderen Pol die zahnlosen Strecken der Schalenränder vielfach die Form von glatten „Lippen" haben (Taf. LXI, Fig. 475). Die Centralkapsel ist nun, wie ebenfalls schon aus den Abbildungen HAECKEL's hervorgeht (Rep., Taf. CXXV, Fig. 4 u. 7), dem ersteren Pole stark genähert, und da sie ihre Astropylenseite von diesem Pole weg gegen das Innere des Schalenraumes kehrt, so wird man mit HAECKEL den knöpfchentragenden Pol von *Conchopsis*, ebenso wie den gehörnten Schalenpol von *Conchidium* und *Conchoceras*, als den aboralen, den entgegengesetzten als den oralen bezeichnen dürfen. Die beiden Parapylen liegen, um dies zur Ergänzung hinzuzufügen, an der aboralen Fläche der Centralkapsel, und zwar in der Trennungsebene der beiden Halbschalen, wie dies HAECKEL ebenfalls schon richtig erkannt hat. Speciell bei *Conchopsis* sind sie einander näher gerückt als bei allen anderen Tripyleen (Taf. LIX, Fig. 460).

Die Gestalt der Centralkapsel ist ellipsoidisch oder, z. B. bei *Conchopsis*, breitbirnenförmig mit flacherer Parapylenseite und zugespitzterem Astropylenpole (Taf. LIX, Fig. 460). Bei zahlreichen Exemplaren von *Conchellium* und *Conchidium* zeigt die Centralkapsel infolge der Wirkung der Reagenzien eine nierenförmige oder, noch öfter, eine ausgesprochen becherförmige Gestalt. Die äußere Centralkapselmembran ist verhältnismäßig sehr derb und erscheint vielfach im konservierten Material stark gefaltet, eine innere Membran ist, wie dies auch bei vielen anderen Tripyleen der Fall ist, nicht oder nur sehr undeutlich zu unterscheiden. Von der Astropyle ist in der Regel nur das radiär gestreifte Operculum zu erkennen. Nur in vereinzelten Fällen konnte ich bei *Conchopsis* die nach Art eines Schweineschwanzes aufgerollte Proboscis beobachten. Die Parapylen zeigen, wie ich in Ergänzung und Berichtigung der Darstellung HAECKEL's hervorzuheben habe und wie ich sowohl auf Ganzpräparaten wie auf Schnitten feststellen konnte, genau die Beschaffenheit der Parapylen anderer Tripyleen, nur daß vielleicht ihr Bulbus gedrungener und mehr töpfchenförmig erscheint, als dies in der Regel der Fall ist (Fig. 460). Nur in einem Falle sah ich bei *Conchopsis* an der Parapylenseite einen siphonenartigen, zwischen den beiden Schalenklappen nach außen gerichteten Fortsatz, welcher an die bildlichen Darstellungen erinnert, welche HAECKEL von den Parapylen der *Conchopsis*-Arten gegeben hat (Rep., Taf. CXXIII, Fig 8a und 9). In welchem Zusammenhang die typisch aussehenden Parapylen mit diesen siphonenartigen Bildungen stehen, konnte ich an meinem Material nicht entscheiden.

Das intrakapsuläre Protoplasma hat eine feinkörnige Struktur und ist nur von verhältnismäßig wenigen und kleinen Alveolen durchsetzt. Bei *Conchopsis* (Fig. 460) findet sich in den seitlichen Teilen der Centralkapsel regelmäßig ein Spaltraum, durch welchen eine dünnere Rindenschicht von einer breiteren Markschicht getrennt ist, ähnlich wie dies bei der Challengeridenschale der Fall ist. Die Rindenschicht ist auf allen Schnittpräparaten in Falten und Protuberanzen ausgezogen, was auf eine Wirkung der Reagenzien zurückzuführen ist.

Der Kern ist, je nach der Gestalt der Centralkapsel, ellipsoidisch oder breit-birnenförmig und zeigte bei mehreren auf Schnitten untersuchten Exemplaren von *Conchopsis* die typische „Radstruktur" des Chromatins (Fig. 460). HAECKEL hat bei mehreren, zu verschiedenen Gattungen gehörenden Exemplaren 2 symmetrisch zur Trennungsebene der Schale gelegene Kerne gefunden

(Rep., Taf. CXXIV, Fig. 6). Es kommt also auch bei den Conchariden das von so vielen anderen Tripyleen bekannte doppelkernige Stadium der Centralkapsel vor.

In Bezug auf die Vermehrung der Conchariden vermag ich nur Weniges zu berichten. Wiederholt wurden färbbare, d. h. unvollkommen verkieselte Schalen beobachtet, und in einem Fall, bei einem Exemplar von *Conchidium rhynchonella*, wies die eine Halbschale nur bis zur zweiten Führung das opake, schwach bräunlich-gelbe Aussehen der fertigen Concharidenschalen auf, während der die erste Führung und die Zähne tragende Schalenrand ein vollkommen hyalines, farbloses Ansehen zeigte (Taf. LVIII, Fig. 458, linke Schalenhälfte). Es scheint dieser Befund darauf hinzuweisen, daß bei der Schalenbildung der Hauptteil der Halbschalen und der zahntragende Schalenrand nicht auf einmal, sondern successive ihre Entstehung nehmen.

Dieses Vorkommnis, sowie der schon oben besprochene Umstand, daß bei sehr vielen, zu verschiedenen Arten gehörigen Individuen die beiden Halbschalen eine ungleichartige Struktur besitzen, sind gleichzeitig Hinweise darauf, daß die beiden Halbschalen zu verschiedenen Zeiten ihre Entstehung nehmen, und daß also, ähnlich wie bei den Diatomeen, die Vermehrung begleitet ist von einer Zerlegung der Doppelschalen in ihre Halbschalen und einer Regeneration der fehlenden Halbschalen.

Horizontal- und Vertikalverbreitung. Innerhalb der Familie der Conchariden lassen sich bezüglich der Verbreitung zwei Haupttypen unterscheiden, auf der einen Seite kleine, mehr dünnwandige, knephoplanktonische Warmwasserformen, auf der anderen Seite große, derbwandige, nyktoplanktonische Kühlwasserformen, welche in gleicher Weise die großen Tiefen der wärmeren und kälteren Meeresteile bewohnen. Zu ersteren gehören: *Conchidium rhynchonella, Conchoceras caudatum, Conchocystis lenticula, Conchophacus diatomeus,* zu letzteren *Conchellium tridacna, Conchopsis orbicularis* und *pilidium. Conchidium terebratula* bewohnt gleichfalls die wärmeren Meeresteile, zeigt aber einen pamplanktonischen Charakter, insofern diese Form allerdings vorzugsweise in den Schichten des Knephoplanktons, zum Teil aber auch in lebensfrischen Exemplaren in sehr großen Tiefen erbeutet wurde.

Systematik. Wie schon oben erwähnt wurde, unterscheidet Haeckel innerhalb der Familie der Conchariden 2 Unterfamilien, die Conchasmida und Conchopsida. Die ersteren besitzen glatte, die letzteren bezahnte Schalenränder. Es erscheint mir durchaus gerechtfertigt zu sein, die Conchasmida, oder besser Conchasminae, als eigene Unterfamilie den übrigen Conchariden voranzustellen, da in den erwähnten Unterschieden ein sehr tiefgreifender Gegensatz zum Ausdruck kommt. Was die Unterfamilie der Conchopsida anbelangt, so sind innerhalb derselben, wie bereits oben hervorgehoben wurde, hinsichtlich der Beschaffenheit der Bezahnung zunächst zwei Hauptgruppen zu unterscheiden. Die eine umfaßt diejenigen Formen, bei welchen sowohl die erste, als auch die zweite Führung aus einzelnen Laschen, Spangen oder Doppelhöckern besteht, also im wesentlichen die Gattungen *Conchellium, Conchidium* und *Conchoceras*, zur zweiten Gruppe gehört die Gattung *Conchopsis*, bei welcher die beiden Führungen mehr die Gestalt zusammenhängender Deckleisten haben und in vielen Fällen die zweite Führung, wenigstens streckenweise, einen rudimentären Charakter aufweist, bezw. von den Zähnen der anderen Halbschale nicht erreicht wird. Auch sonst zeigen die beiden Gruppen wesentliche Unterschiede: bei der ersten finden sich einfache Poren, und die Schale ist senkrecht zur Nahtebene in der Regel nur

wenig abgeplattet, so daß ihre Schmalseiten gewölbt erscheinen [1]), die Gattung *Conchopsis* dagegen ist durch das Vorkommen ampullen- und schlitzförmiger Poren, durch eine sehr starke Abplattung und die kielartige Verjüngung der Schale, sowie durch das Auftreten eines „Velums" ausgezeichnet. Es scheinen mir diese Unterschiede groß genug zu sein, um die Trennung der Conchopsida in zwei besondere Unterfamilien, die als Conchidiinae und Conchopsinae bezeichnet werden mögen, zu rechtfertigen.

Von den übrigen mir aus eigener Anschauung bekannten Formen nehmen sowohl *Conchellium lenticula* Borgert (Taf. LXI, Fig. 473) als auch *Concharium diatomeum* Haeckel (Fig. 472) eine Sonderstellung ein. Beide Formen sind zunächst von allen anderen mir vorliegenden Arten durch die linsenförmige Schale ausgezeichnet, welche, im Gegensatz zu den Schalen der übrigen Formen, nicht senkrecht, sondern parallel zur Nahtebene abgeplattet ist, so daß also der größte Durchmesser der Linse in die letztere fällt. *Conchellium lenticula* ist außerdem durch die Feinheit der Poren von allen übrigen bekannten Formen unterschieden, während *Concharium diatomeum* einige Merkmale der Conchidiinen und Conchopsinen in sich vereinigt, insofern sie hinsichtlich der Beschaffenheit der Bezahnung mit ersteren, in Bezug auf die schlitzförmigen Poren mit einigen Formen von *Conchopsis* übereinstimmt. Im Hinblick auf alle diese Besonderheiten halte ich es für geboten, für die beiden genannten Formen zwei neue Genera aufzustellen, und möchte für dieselben die Bezeichnungen *Conchocystis* und *Conchophacus* (φακός, Linse) vorschlagen.

Es ergiebt sich demnach unter Einbeziehung der beiden Haeckel'schen Gattungen *Conchasma* und *Conchonia*, von welchen mir keine Formen vorliegen, folgendes System der Conchariden:

1. Unterfamilie. Conchasminae. Halbschalen ohne Bezahnung.		
Aboraler Pol ohne Hörner:		1. Gattung: *Concharium*
Aboraler Pol mit Hörnern:		2. Gattung: *Conchasma*
2. Unterfamilie. Conchidiinae. Halbschalen mit Bezahnung, ohne Velum.		
Schalen nahezu kugelig oder senkrecht zur Nahtebene abgeplattet	Aboraler Pol ohne Hörner:	3. Gattung: *Conchellium*
	Aboraler Pol mit kurzen, meist ungleichen Hörnern:	4. Gattung: *Conchidium*
	Aboraler Pol mit langen Hörnern:	5. Gattung: *Conchoceras*
	Aboraler Pol mit längeren oder kürzeren Hörnern; eine der Halbschalen oder beide mit seitlichem Horn:	6. Gattung: *Conchonia*
Schale linsenförmig, parallel zur Nahtebene abgeplattet	Poren sehr klein, dichtgedrängt (Challengeriden-Struktur):	7. Gattung: *Conchocystis*
	Poren schlitzförmig (*Conchopsis*-Struktur):	8. Gattung: *Conchophacus*
3. Unterfamilie. Conchopsinae. Halbschalen mit Bezahnung, mit Velum:		9. Gattung: *Conchopsis*

1. Unterfamilie. Conchasminae.

Halbschalen ohne Bezahnung.

1. Gattung. *Concharium* Haeckel.

Halbschalen ohne Bezahnung. Aboraler Pol ohne Hörner.

Haeckel beschreibt 5 Arten. Mit einer derselben, *C. diatomeum*, stimmt zweifellos eine

1) Innerhalb der Gattung *Conchoceras* trifft dies wenigstens für *C. caudatum* zu, während die Schalen von *C. cornutum* nach Haeckel gekielt sind.

Form überein, welche mir in mehreren wohlerhaltenen Exemplaren vorliegt. Da sich aber bei Kantenansicht feststellen läßt, daß diese Form eine Bezahnung besitzt, welche derjenigen der meisten Conchidiinen ziemlich genau entspricht, so sehe ich mich veranlaßt, die fragliche Art aus der Gattung *Concharium* herauszunehmen und unter Aufstellung eines neuen Genus *(Conchophacus)* in der Unterfamilie der Conchidiinen unterzubringen.

Im übrigen habe ich von Formen, welche der Gattung *Concharium* beizuzählen sind, nur ein einziges Vorkommnis zu verzeichnen:

Concharium asymmetricum n. sp.

Taf. LXI, Fig. 478, 479.

In einem mir zugesandten fertigen Präparate (T.-St. 182, P. 200) fanden sich 2 offenbar zusammengehörige Halbschalen einer Concharide, von welchen die eine (Fig. 479a) flachmuschelförmig, die andere (Fig. 479b) mützenförmig ist. Die erstere paßt gewissermaßen als Deckel in die zweite. Eine besondere Eigentümlichkeit zeigen die flaschenförmigen Poren, insofern sie im Präparat zum Teil mit Luftperlen gefüllt sind, was darauf schließen läßt, daß sie mindestens zum Teil der Außen- und Innenöffnung entbehren. Da irgendwelche Zahnbildungen nicht zu erkennen sind, so dürfte die Form der Gattung *Concharium* zuzuweisen sein.

Länge der Halbschalen 1,8 mm; Breite 0,11 mm.

Fundort: T.-St. 182 (indischer Südäquatorialstrom, P. 200).

2. Gattung. *Conchasma* Haeckel.

Halbschale ohne Bezahnung. Aboraler Pol mit 2 Hörnern.
Von Haeckel werden 3 antarktische Formen aufgezählt.

2. Unterfamilie. Conchidiinae.

Halbschalen mit Bezahnung. Ohne Velum.

3. Gattung. *Conchellium* Haeckel.

Schale nahezu kugelig, mit Bezahnung; aboraler Pol ohne Hörner.
Von Haeckel werden 2 Arten, *C. tridacna* und *hippopus*, aufgeführt.

Conchellium tridacna Haeckel.

Taf. LX, Fig. 470, 471; Taf. LXI, Fig. 476; Taf. LXII, Fig. 483.

Conchellium tridacna Haeckel, 1887, p. 1720, Taf. CXXIII, Fig. 7 u. 7a.

Schale nahezu sphärisch oder aprikosenförmig, derbwandig, in den Knotenpunkten mit höckerartigen Erhebungen („finely tuberculated"). Halbschalen jederseits mit 12—16 (nach Haeckel 14—16) Zähnen. Erste Führung aus breiten Bändern, zweite aus dünnen Spangen bestehend, welche letztere großenteils brückenbogenartig die Poren übersetzen (Fig. 476, 483). Poren kreisförmig, mit weiter Außen- und engerer Innenöffnung, 1½—2 mal so breit als die Balken, an ihrer Böschung je sechs kleine Zähnchen.

Durchmesser in der Richtung der Hauptachse 0,33—0,4 mm (nach HAECKEL 0,34 bis 0,38 mm).

Fundorte: Ch.-St. 250—253 (nördlicher Pacifik);

T.-St. 36 (Guineastrom, V., ●), 88 (Benguelastrom, V., ●), 120 (Westwindtrift, S. 1500 bis 1000, ● ● ●), 121 (Westwindtrift, S. 2500—1900, ● ●), 172 (südlicher Indik, S. 1850—1600, ●), 173, 174, 175 (südlicher Indik, V., ●), 215 (nördlicher Indik, V., ●).

Verbreitung. Nyktoplanktonische, in den wärmeren Meeresgebieten und in der Antarktis verbreitete Kühlwasserform. Bemerkenswert ist die Konvergenz, welche die in T.-St. 120 gefangenen Exemplare mit den im gleichen Schließnetzzug erbeuteten Castanidien hinsichtlich der Größe, der Beschaffenheit der Schalenwandung und der Poren zeigten.

4. Gattung. *Conchidium* HAECKEL.

Schalen subsphärisch oder senkrecht zur Nahtebene leicht abgeplattet. Aboraler Pol mit 2 kurzen, meist ungleichen Hörnern.

HAECKEL unterscheidet 8 verschiedene Formen, deren Charaktere aber wirklich ineinander überzugehen scheinen. Die mir vorliegenden zahlreichen Exemplare lassen sich in 2 Gruppen teilen, welche sich, abgesehen von einem meist beträchtlichen Größenunterschiede, dadurch voneinander unterscheiden lassen, daß bei der einen, die größeren Exemplare enthaltenden Gruppe die Poren mehr kreisförmig und nicht in ausgesprochenen Längs- und Querreihen angeordnet sind, während bei der anderen, die kleineren Exemplare umfassenden Gruppe die Poren eine mehr ovale Form haben und in regelmäßigen, durch schwache Cristen voneinander getrennten und im ganzen senkrecht zur Naht orientierten Reihen angeordnet sind. Die Formen der ersten Gruppe stimmen im allgemeinen mit *Conchidium terebratula* HAECKEL, die der zweiten mit *C. rhynchonella* HAECKEL überein. Der ersteren scheint auch *C. argiope* HAECKEL und BORGERT sehr nahezustehen.

Conchidium terebratula HAECKEL.

Taf. LX, Fig. 462, 462a, 463.

Conchidium terebratula HAECKEL, Rep., p. 1721, Taf. CXXIV, Fig. 1—3.

Schale kugelig oder aprikosenförmig, nahezu glatt (in den Knotenpunkten finden sich nicht selten schwache, höckerartige Erhebungen und darunter dreieckige, poröse und daher im Präparat mit Luft gefüllte Räume). Halbschalen meist von ziemlich gleicher Größe und Form, hemisphärisch. Am aboralen Pole 2 kurze, vielfach ungleich lange Hörner, welche, senkrecht zur Nahtebene betrachtet, mitunter ein mammillenförmiges Ansehen haben (Taf. LX, Fig. 462a). Halbschalen jederseits mit sechs bis zwölf (nach HAECKEL 11—12) Zähnen. Führungen wie bei folgender Art. Poren annähernd rund, zwei- bis viermal so breit als die Balken, in den beiden Schalen vielfach von ungleicher Größe, nicht in ausgesprochenen, senkrecht zur Naht verlaufenden Reihen angeordnet.

Durchmesser in der Richtung der Hauptachse 0,2—0,3 (nach HAECKEL 0,24—0,28) mm.

Wie schon oben erwähnt, ist die vorliegende Form von der folgenden fast ausnahmslos durch die bedeutendere Größe, durch die rundliche Gestalt und die mehr gleichmäßige Verteilung

der Poren ohne weiteres zu unterscheiden. Es kommt weiter hinzu, daß bei *C. terebratula* die Halbschalen meist ziemlich gleich groß und gewöhnlich ausgesprochen hemisphärisch sind, während sie bei *C. rhynchonella* vielfach eine sehr ungleiche Höhe und eine unregelmäßige (buckelige) Form besitzen.

Von *Conchellium tridacna*, mit welcher *Conchidium terebratula* namentlich in Polansicht hinsichtlich der allgemeinen Form übereinstimmt, ist diese Art durch die geringere Größe, die dünnere Schalenwandung und die glatte (nicht gezähnelte) Porenwandung ohne weiteres mit Sicherheit zu unterscheiden.

Im nördlichen Indik wurden vielfach kleinere (nur 0,15 mm messende) Formen mit sehr dünnwandiger Schale und mehr hexagonalen Poren erbeutet. Abgesehen von ihrer geringen Größe stimmen diese Exemplare im wesentlichen mit der HAECKEL'schen Form *C. thecidium* (Durchmesser in der Richtung der Hauptachse 0,28—0,33 mm) überein. Ich will diese Form *C. terebratula thecidium* nennen.

Fundorte: Ch.-St. 270—274 (centraler Pacifik, Oberfläche und verschiedene Tiefen);

T.-St. 43 (Guineastrom, P. 200, ●), 55 (Guineastrom, P. 200 und V. 600, ● ◐), 182 (indischer Südäquatorialstrom, P. 200, ●), 190 (indischer Gegenstrom, P. 200, ●), 220 (nördlicher Indik, P. 200, ●), 221 (nördlicher Indik, Schl.-N. 220—185, ● ●; Schl.-N. 180—145, ● ●; Schl.-N. 140—100, ● ●), 226 (nördlicher Indik, P. 200, ● ●), 228 (nördlicher Indik, Schl.-N. 420—350 und 320—350, ● ●), 231 (nördlicher Indik, P. 200), 237 (nördlicher Indik, Schl.-N. 4950—4600, ● ●, nach einer Notiz auf der Etikette lebend gefangen).

Var. *C. terebratula thecidium*: T.-St. 221 (nördlicher Indik, Schl.-N. 140—100, ● ●), 236 (nördlicher Indik, Schl.-N. 120—100, ●).

Verbreitung. In den wärmeren Meeresgebieten, namentlich im nördlichen Indik weitverbreitete und häufige Form. Bewohnt vorzugsweise die Schichten des Knephoplanktons (50 bis 400 m), geht aber auch, wie die Befunde von T.-St. 237 lehren, in sehr große Tiefen herunter und dürfte also als pamplanktonische Warmwasserform bezeichnet werden.

C. rhynchonella HAECKEL.

Taf. LVIII, Fig. 458; Taf. LX, Fig. 464—466.

Conchidium rhynchonella HAECKEL, 1887, p. 1722, Taf. CXXIV, Fig. 3.

Schale senkrecht zur Nahtebene leicht abgeplattet, mit regelmäßig ungleichen Schalenhälften. Die kleinere Schale meist mit unregelmäßigem Umriß („humpbacked"). Am aboralen Pole mit zwei ungleichen Hörnern. Halbschalen jederseits mit 12—13 Zähnen. Beide Führungen aus Reihen von dünnen Spangen bestehend, die zweite der ersten stark genähert (Taf. LVIII, Fig. 458, wo die Zähne und die erste Führung der einen Halbschale nicht zur vollständigen Ausbildung gelangt sind). Poren rundlich, in der Richtung senkrecht zur Schalennaht etwas in die Länge gestreckt, in regelmäßigen, durch schwache Leisten voneinander getrennten Reihen angeordnet. Die Porenreihen haben die Form von Hufeisen, welche mit ihren Schenkeln senkrecht zur Naht stehen und deren bogiger Teil an der Schmalseite der Schale gelegen ist (die Anordnung der Porenreihen ergiebt sich ohne weiteres aus den 3 Figuren, von welchen Fig. 464 die Flächenansicht, Fig. 465 die Schmalseite und Fig. 466 die Ansicht vom oralen Pole darstellt).

Durchmesser in der Richtung der Hauptachse 0,15 mm (nach HAECKEL 0,3 mm), Breite 0,11 (nach HAECKEL 0,2 mm).

Ueber die Unterschiede zwischen *C. rhynchonella* und *terebratula* vergleiche die vorige Artbeschreibung.

Fundorte: Ch.-St. 244—253 (nördlicher Pacifik);

T.-St. 39 (Guineastrom, P. 200, ●), 46 (Südäquatorialstrom, P. 200, ●), 226 (nördlicher Indik, P. 200, ● ● ●), 231 (nördlicher Indik, P. 200, ●).

Verbreitung. Anscheinend knephoplanktonische Warmwasserform.

5. Gattung. *Conchoceras* HAECKEL.

Schalen senkrecht zur Nahtebene abgeplattet. Am aboralen Pole 2 lange, divergierende Hörner.

HAECKEL erwähnt 2 tropisch-atlantische Formen, darunter:

Conchoceras caudatum HAECKEL.

Taf. LVIII, Fig. 457; Taf. LX, Fig. 467, 468.

Conchoceras caudatum HAECKEL, 1887, p. 1727, Taf. CXXIV, Fig. 15.
Conchidium caudatum BORGERT, 1903, S. 756, Fig. S.

Schale seitlich komprimiert, meist in der Richtung der Hauptachse in die Länge gestreckt. Die beiden Schalenhälften vielfach von verschiedener Größe. Am aboralen Pole zwei lange, spitzige, an der Basis fensterartig durchbrochene Hörner, welche mehr oder weniger stark divergieren. Halbschalen jederseits mit 11—15 langen Zähnen, welche, besonders am aboralen Teil, bis in die Nähe des Schalenpoles herantreten. Erste Führung aus breiten Laschen oder dünnen Spangen, zweite Führung aus Spangen oder Doppelhöckern bestehend (Taf. LVIII, Fig. 457). Poren großenteils länglich-rund oder rechteckig (ihr längster Durchmesser senkrecht zur Schalennaht). Porenreihen annähernd parallel zur Schalennaht verlaufend.

Durchmesser in der Richtung der Hauptachse 0,22—0,25 (nach HAECKEL 0,24—0,26, nach BORGERT 0,24—0,29) mm.

Varianten. Ueber die vermutliche Identität der von HAECKEL und BORGERT untersuchten Formen vergleiche BORGERT, 1903, S. 757. Ich zweifle nicht daran, daß auch alle mir vorliegenden Exemplare derselben Art angehören.

Nicht selten findet man, wie schon BORGERT hervorgehoben hat, Unregelmäßigkeiten in der Ausbildung der Hörner. So kamen mir Exemplare zu Gesicht, welche an Stelle des einen Hornes 2 oder 3 dornenförmige Fortsätze trugen (Taf. LX, Fig. 468).

In T.-St. 191 fanden sich einige Exemplare, welche infolge der starken Verkürzung der Hörner und der mehr kreisrunden Form der Poren Anklänge an *Conchidium terebratula* zeigen.

Fundorte: Ch.-St. 348 (östlicher Teil des tropischen Atlantik); Südäquatorialstrom (BORGERT);

T.-St. 32 (canarischer Strom, P. 200, ●), 43 (Guineastrom, P. 200, ●), 46 (Südäquatorialstrom, P. 200, ●), 54, 55 (Guineastrom, P. 200, ●), 191 (indischer Gegenstrom, Schl.-N. 180

bis 145, ● ●, Uebergänge zu *Conchidium terebratula*), 221 (nördlicher Indik, Schl.-N. 220—185, ●), 226 (nördlicher Indik, P. 200, ● ●), 231 (nördlicher Indik, P. 200, ●), 236 (nördlicher Indik, Schl.-N. 120—100, ● ●), 237 (nördlicher Indik, Schl.-N. 4950—4600, ○), 240 (nördlicher Indik, P. 200, ●).

Verbreitung. Offenbar knephoplanktonische Warmwasserform.

6. Gattung. *Conchonia* Haeckel.

Schale subsphärisch oder leicht zusammengepreßt. Aboraler Pol mit längeren oder kürzeren Hörnern; eine der Halbschalen oder beide mit seitlichem Horn.

Von Haeckel werden 3 Arten, davon je eine aus dem tropischen Atlantik, centralen Pacifik und Indik stammt, aufgeführt.

7. Gattung. *Conchocystis* n. g.

Schale linsenförmig, der Linsenäquator mit der Schalennaht zusammenfallend. Poren sehr klein, dichtgedrängt (die Schalenstruktur an diejenige mancher Challengeriden erinnernd).

Conchocystis lenticula (Borgert).

Taf. LXI, Fig. 473.

Conchellium lenticula Borgert, 1903, S. 753, Fig. Q, a—c.

Schale linsenförmig, parallel zur Schalennaht stark abgeplattet. Ränder der uhrglasförmigen Schalenhälften annähernd kreisrund, im aboralen Teil verbreitert und jederseits gegen das Schalenlumen mit 2 dornförmigen Fortsätzen auslaufend, welche an ähnliche Bildungen bei *Conchellium tridacna* und bei *Conchopsis* erinnern. Zähne der Halbschalen nach Borgert [1]) breit, abgerundet, „einen vollständigen Kranz bildend, der am aboralen Schalenende durch die dort vorhandene spaltförmige Oeffnung nur auf eine kurze Strecke unterbrochen ist". „Schalenwandung dicht von kleinen Poren durchsetzt, so daß ein feines Netzwerk, ähnlich wie bei den Challengeriden, entsteht, doch sind die Poren nicht in Reihen regelmäßig angeordnet" (Borgert).

Schalendurchmesser 0,17 mm (nach Borgert 0,18—0,22 mm).

Fundorte: Südäquatorialstrom (Borgert);

T.-St. 221 (nördlicher Indik, Schl.-N. 180—145, ●), 236 (nördlicher Indik, Schl.-N. 180 bis 130, ● ●).

Verbreitung. Anscheinend knephoplanktonische Warmwasserform.

8. Gattung. *Conchophacus* n. g. [2]).

Schale linsenförmig, der Linsenäquator mit der Schalennaht zusammenfallend. Poren schlitzförmig, ähnlich wie bei manchen Formen von *Conchopsis*.

1) An den mir zur Verfügung stehenden, in Glycerin eingeschlossenen Exemplaren waren die Zähne nicht mit Sicherheit zu erkennen.

2) φακός, Linse.

Conchophacus diatomeus (Haeckel).

Taf. LXI, Fig. 472; Taf. LXII, Fig 481, 485, 487.

Concharium diatomeum Haeckel, 1887, p. 1717, Taf. CXXIII, Fig. 1.

Schale linsenförmig, parallel zur Schalennaht abgeplattet. Die Ränder der Halbschalen nahezu kreisförmig, am aboralen (?) Pol in einen porenfreien, hyalinen Saum ausgezogen. Zähne und Führungen ähnlich wie bei *Conchidium rhynchonella* (Taf. LXII, Fig. 458). Poren länglich, ihre äußeren Oeffnungen schlitzförmig, ihre inneren breiter, von elliptischem Umriß (Fig. 481, 487). Die Poren sind in queren Reihen angeordnet, welche senkrecht zu der (durch die Mitte des hyalinen Saumes gelegten) Hauptachse verlaufen, manchmal auch eine leichte Ausbiegung gegen den oralen (dem hyalinen Saum gegenüberliegenden) Pol zeigen.

Schalendurchmesser 0,18 (nach Haeckel 0,22) mm.

Fundorte: Ch.-St. 348 (tropischer Atlantik, nahe Sierra Leone);

T.-St. 41 (Guineastrom, P. 200, ● ●), 46 (Südäquatorialstrom, P. 200, ●), 172 (südlicher Indik, P. 200, ● ●).

Verbreitung. Anscheinend knephoplanktonische Warmwasserform.

3. Unterfamilie. Conchopsinae.

Halbschalen mit Bezahnung, mit Velum.

9. Gattung. *Conchopsis* Haeckel.

Schale stark zusammengedrückt, mit nahezu kreisförmigem bis oralem Umriß, am Rande ausgesprochen gekielt. Schalennaht mit dem größten Meridian zusammenfallend. Zahnreihen näher an den aboralen als an den oralen Pol heranreichend. Erste und vielfach auch zweite Führung durch zusammenhängende, innere Deckleisten gebildet. Die zweite Führung verläuft niemals parallel zur Schalennaht, sondern ist entweder in der Mitte der Schale oder gegen die beiden Enden zu mehr oder weniger ausgebogen, sie wird daher nur zum Teil von den verhältnismäßig kurzen Zähnen erreicht. Zweite Führung an den Schalenpolen in ein deckartiges Velum fortgesetzt.

Haeckel unterscheidet 7 südatlantische und pacifische Arten. Als systematische Merkmale werden dabei verwandt der Umriß der Schale, das Vorhandensein eines hyalinen Schalensaumes, die Zahl der Zähne, der relative Abstand der Zahnreihen von den beiden Polen, das Vorhandensein eines hexagonalen Porenrahmens (s. oben S. 319). In dem mir vorliegenden reichlichen Material ließen sich zwei Typen unterscheiden, von denen der eine im wesentlichen die Charaktere der südatlantischen *Conchopsis orbicularis* aufweist, der andere ungefähr der südatlantischen *Conchopsis pilidium*, bezw. der südpacifischen *C. navicula* entspricht. Die zum ersten Haupttypus (Taf. LXI, Fig. 474) gehörenden Formen zeigen einen nahezu kreisrunden Schalenumriß, eine verhältnismäßig dünnwandige Schale und nur in einem kleineren centralen Bezirk ampullenförmige, in einer breiten peripheren Zone dagegen schlitzförmige

Poren. Bei einigen Exemplaren waren die zum Schalenumfang konzentrischen Porenreihen durch zackige, parallel zum Rande verlaufende Linien voneinander getrennt, welche an die „high denticulate crests" der HAECKEL'schen *C. carinata* (Rep., Taf. CXXIII, Fig. 8) erinnern. Eine genauere Untersuchung zeigte indessen, daß es sich bei meinen Exemplaren sicher nur um eine optische Erscheinung handelt. Bei *Conchopsis* sind nämlich, ähnlich wie bei *Conchophacus diatomeus* (Taf. LXII, Fig. 480, 481, 487) und ebenso wie bei den Castanelliden, die Grenzlamellen und die Füllsubstanz der Gitterbalken ihrer Struktur und ihrem optischen Verhalten nach fast immer scharf voneinander geschieden. Die Grenzlamellen, bezw. die von ihnen gebildeten Porensäume haben meist ein hyalines Ansehen, die Füllsubstanz dagegen zeigt entweder eine körnige oder filzig-fibrilläre Struktur (Fig. 480) oder eine eigentümlich fettig-glänzende, gelbliche Beschaffenheit (Fig. 481). Im letzteren Fall sind je nach der Beleuchtung nur die konzentrischen, nicht aber die radiären Teile des von der Füllsubstanz gebildeten Maschenwerks zu sehen, wodurch das Vorhandensein von konzentrischen, zackig verlaufenden, die Porenreihen voneinander trennenden Cristen vorgetäuscht wird.

Neben diesem ersten Haupttypus, den ich mit der HAECKEL'schen Art *Conchopsis orbicularis* identifizieren möchte, treten fast stets *Conchopsis*-Exemplare (Taf. LXI, Fig. 475) auf, welche durch den ovalen oder birnförmigen Schalenumriß, durch die außerordentliche Derbwandigkeit der Schale und dadurch ausgezeichnet sind, daß vorzugsweise die ampullenförmigen Poren entwickelt sind, während die schlitzförmigen Poren in der Regel nur in der Nähe des aboralen Poles angetroffen werden. Diese Form entspricht, wie erwähnt, ziemlich gut der HAECKEL'schen *Conchopsis pilidium*, weshalb ich sie mit diesem Artnamen bezeichnen möchte.

Bezüglich des gegenseitigen Verhältnisses beider Formen ist hervorzuheben, daß dieselben an mehreren Fundorten der Antarktis und des südlichen Indik im gleichen Schließnetzfang nebeneinander erbeutet wurden, und ferner, daß sich in den südindischen Stationen 172—174 ausgesprochene Uebergangsformen vorfanden, d. h. neben typischen Exemplaren von *C. orbicularis* und *pilidium* solche, bei welchen die Schalenform, die Wandstärke und die Verteilung der ampullen- und schlitzförmigen Poren eine Reihe von Zwischenstufen zeigten. Im ganzen habe ich den Eindruck gewonnen, daß die beiden Haupttypen streng genommen, nur als Rassen einer und derselben Art zu betrachten sind und daß sie also in einem ganz analogen Verhältnisse zu einander stehen, wie die kreisförmig-dünnwandigen und elliptisch-derbwandigen Formen von *Challengeria Naresi* und *Protocystis Thomsoni* (vergl. S. 246).

Immerhin haben, wenigstens in meinem Materiale, die Uebergangsformen stets mehr den Charakter der *Conchopsis orbicularis*, und so möchte ich, zumal die Uebergänge nur auf einem enger begrenzten Raum vorkamen, vorläufig noch die artliche Trennung der beiden Hauptformen aufrecht erhalten. Es wird sich bei späteren Untersuchungen herausstellen, ob diese Trennung durchzuführen ist, oder ob vielleicht in ähnlicher Weise, wie dies bei der Gattung *Aulospathis* (vergl. S. 80, oben) der Fall ist, in bestimmten Gegenden die beiden Hauptformen ineinander übergehen, während sie sich in anderen Meeresteilen bereits vollständig voneinander emanzipiert haben.

Conchopsis orbicularis HAECKEL.

Taf. LXI, Fig. 474, 477; Taf. LXII, Fig. 480, 482, 484.

Conchopsis orbicularis HAECKEL, 1887, p. 1725, Taf. CXXV, Fig. 3.

Schale meist nahezu kreisförmig, stark zusammengedrückt, mit kielförmig verjüngtem Rande. Ränder der Halbschalen in 4 Zehnteln des oralen und 1 bis 2 Zehnteln des aboralen Teiles glatt, im mittleren Abschnitt je mit etwa 25, verhältnismäßig kurzen Zähnen, welche bald gleichlang, bald in der Mitte am längsten sind, bald gegen den oralen Pol hin an Größe zunehmen. Innere Führung (in Oberflächenansicht als dunkle Linie durchscheinend) von unregelmäßigem Verlauf, bald im Schalencentrum, bald in der Nähe der beiden Pole stark auseinanderweichend und daher von den Zähnen nicht in ihrer ganzen Länge oder überhaupt nicht erreicht. Poren in den centralen Schalenpartien ampullenförmig, in den peripheren schlitzförmig, in regelmäßig, konzentrisch zum Schalenrand verlaufenden Reihen angeordnet.

Schalendurchmesser in der Richtung der Hauptachse 0,55—0,75 (nach HAECKEL 0,53) mm.

Fundorte: Ch.-St. 333 (südlicher Atlantik, westlich von Tristan da Cunha);

T.-St. 120 (Westwindtrift, Schl.-N. 1500—1000, ● ● ●), 121 (Westwindtrift, Schl.-N. 2500 bis 1900, ● ●), 170 (südlicher Indik, Schl.-N. 1700—1000, ● ●), 172 (südlicher Indik, Schl.-N. 1850—1600, ● ●), 173 (südlicher Indik, V., ● ●), 174 (südlicher Indik, V., ● ●), 175 (südlicher Indik, V., ●), 215 (nördlicher Indik, V., ●).

Verbreitung. Anscheinend nyktoplanktonische Kühlwasserform, in den Tiefen des südlichen Atlantik und Indik und der Antarktis weit verbreitet.

C. pilidium HAECKEL.

Taf. LX, Fig. 469; Taf. LXI, Fig. 475; Taf. LXII, Fig. 486.

Conchopsis pilidium HAECKEL, 1887, p. 1726, Taf. CXXV, Fig. 9 (? + *Conchopsis lenticula* HAECKEL, 1887, p. 1727, Taf. CXXV, Fig. 4—6).

Schale von elliptischem, eiförmigem oder birnförmigem Umriß, stark zusammengedrückt, mit kielförmig verjüngtem Rande, meist sehr derbwandig. Ränder der Halbschalen in 1,5 bis 3 Zehnteln des oralen, in 1,5 bis 2 Zehnteln des aboralen Teiles glatt, in der Mitte je mit 28 bis 30 kräftigen, gegen den oralen Pol an Länge zunehmenden Zähnen besetzt. Innere Führung von meist unregelmäßigem Verlauf, nur zum Teil von den Zähnen erreicht. Poren großenteils ausgesprochen ampullenförmig, nur in der Nähe des aboralen Poles in den schlitzförmigen Typus übergehend.

Schalendurchmesser in der Richtung der Hauptachse 0,78—0,95 (nach HAECKEL 0,78—0,8) mm.

Fundorte: Ch.-St. 324—334 (südlicher Atlantik, zwischen Buenos Ayres und Tristan da Cunha);

T.-St. 88 (Benguelastrom, V., ● ●), 120 (Westwindtrift, Schl.-N. 1500—1000, ◐), 133 (Antarktis, Schl.-N. 3300—2700, ● ●), 136, 142 (Antarktis, V., ●), 172 (südlicher Indik, Schl.-N. 1850 bis 1600, ●), 173 (südlicher Indik, Schl.-N. 3300—2700, ● ●; V., ● ●), 174 (südlicher Indik, V., ●), 175 (südlicher Indik, V., ● ●).

Verbreitung. Anscheinend nyktoplanktonische, im kühlen Tiefenwasser des südlichen Atlantik und Indik, sowie der Antarktis verbreitete Form.

6. Unterordnung. Phaeodendria.

Wie schon oben erwähnt wurde, hatte Haeckel die beiden Familien der Cölodendriden und Cölographiden mit den Conchariden in der Abteilung der Phaeoconchia vereinigt. Ausschlaggebend war für ihn bei dieser Anordnung in erster Linie die zweiteilige Beschaffenheit des Skelettes, aber auch in anderer Hinsicht glaubte Haeckel Uebereinstimmungen zwischen den Conchariden einerseits und den Cölodendriden und Cölographiden andererseits nachweisen zu können, so daß er zu dem Ergebnis kam, daß die drei Familien eine natürliche phylogenetische Reihe bilden.

Als diejenigen Formen, welche die Verbindung speciell zwischen den Conchariden und Cölodendriden herstellen, werden von Haeckel einerseits die Conchariden-Gattung *Conchonia*, andererseits die Cölodendriden-Gattung *Coelodoras* bezeichnet. Erstere ist nach Haeckel von der ihr sehr nahestehenden Gattung *Conchidium* dadurch unterschieden, daß eine oder beide Schalenhälften an ihrer Kuppe mit einem Horn versehen sind. Die Basis dieses Hornes sei zuweilen aufgetrieben und gefenstert und dürfte nach Haeckel den Ausgangspunkt für die Entwickelung der Galea der Cölodendriden gebildet haben (Rep., p. 1714), während das Horn selber wahrscheinlich den „Sagittalröhren" der letzteren entspreche. Speciell von *Conchonia tetrodon* erwähnt Haeckel außerdem, daß die Seitenränder der Schalenklappen mit zahlreichen unregelmäßigen, dünnen, borstenartigen Zähnen besetzt seien, welche an diejenigen der Cölographiden erinnern. „Diese bemerkenswerte Species ist vielleicht besser in eine besondere Gattung, *Conchura*, einzureihen, welche einen direkten Uebergang zu der Stammform (ancestral form) der Cölodendriden, *Coelodoras*, bildet; sie unterscheidet sich von der letzteren durch den Mangel einer Galea, d. h. eines hohlen, becherförmigen Scheitelaufsatzes der Halbschalen, und durch die solide, nicht hohle Beschaffenheit der Hörner."

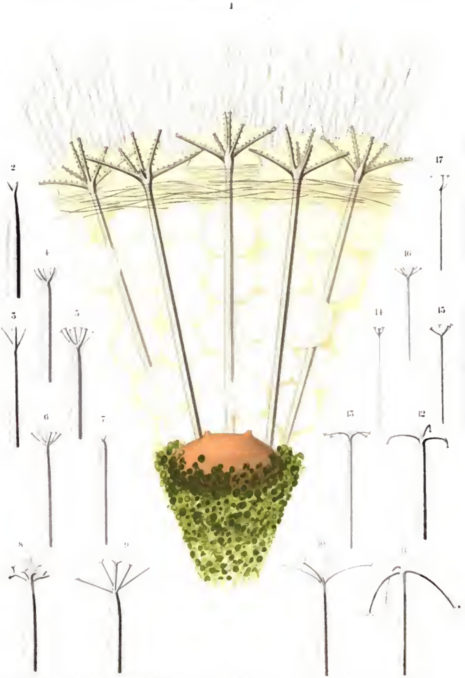
Was nun die hier genannte Cölodendriden-Gattung *Coelodoras* anbelangt, so unterscheidet sich dieselbe nach Haeckel von allen anderen Cölodendriden und ebenso von den Cölographiden durch die einfache, unverzweigte Beschaffenheit der hohlen Radialstacheln, welche von den drei Ecken der sehr kleinen, flachen, dreieckigen Galea entspringen. Bei *Coelodoras hexagraphis* sind nur 3 Hohlstäbe vorhanden, welche an ihrem distalen Ende einen dornigen Knopf tragen, bei *C. octographis* dagegen entspringen von der hinteren Ecke der Galea 2 Stäbe, so daß im Ganzen 4, nämlich 2 paarige und 2 unpaare vorhanden sind. Alle 4 Stäbe besitzen eine knopfförmige Endbildung, welche mit 4 kreuzweise gestellten, zurückgekrümmten Haken bewehrt ist. Beide Arten entstammen dem Pacifik (Ch.-St. 266 bezw. 272).

Tafel I.

Tafel I.

Aulacanthidae.

Fig. 1. *Aulographonium bicorne* n. sp. T.-St. 49. Vergr. 90. Bezüglich der Farbengebung vergl. Vorwort S. VIII.
„ 2. *Aulographis pandora* HAECKEL. T.-St. 218. Vergr. 110.
„ 3. „ „ „ T.-St. 218. Vergr. 110.
„ 4. „ *stellata* „ T.-St. 229. Vergr. 110.
„ 5. „ „ *asteriscoides* n. subsp. T.-St. 218. Vergr. 110.
„ 6. „ „ „ n. subsp. T.-St. 237. Vergr. 110.
„ 7. „ *stellata* HAECKEL. Stachel mit rudimentären Terminalästen. S. P. 30. Sept. 1903. Vergr. 110.
„ 8. „ *pentastyla* n. sp. Seltene Stachelform. T.-St. 223. Vergr. 110.
„ 9. „ „ n. sp. Gewöhnliche Stachelform. T.-St. 223. Vergr. 110.
„ 10. „ *tetrastyla* n. sp. T.-St. 44. Vergr. 110.
„ 11. „ *arcuata* n. sp. T.-St. 173. Vergr. 110.
„ 12. „ *bicurvata* n. sp. T.-St. 91. Vergr. 110.
„ 13. „ *triangulum* HAECKEL. T.-St. 43. Vergr. 110.
„ 14. „ *tetrancistra* HAECKEL. Antarktische Form. T.-St. 149. Vergr. 110.
„ 15. „ „ „ Gewöhnliche Form. T.-St. 50. Vergr. 110.
„ 16. „ *hexancistra* „ T.-St. 182. Vergr. 110.
„ 17. „ *furcula* „ T.-St. 230. Vergr. 110.


1
2
17
4
16
3
5
14
15
6
7
13
12
8
9
10
11

Tafel II.

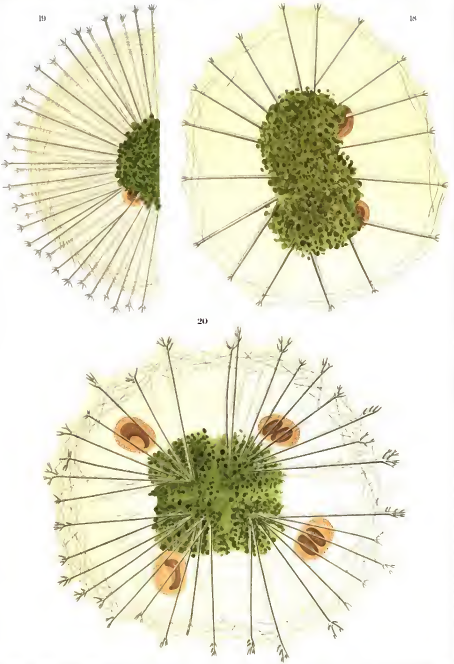
Tafel II.

Aulacanthidae.

Fig. 18. *Aulographis pandora* HAECKEL. (Optischer Durchschnitt.) T.-St. 39. Vergr. 44.

„ 19. „ *stellata* „ Antarktische Form. Dieselbe zeigt, verglichen mit der aus dem Warmwasser stammenden *Aulographis pandora*, eine sehr bedeutende Vermehrung der Stützpunkte für die Außenhaut (Vermehrung der Radialstacheln und gleichzeitig Vermehrung der Terminaläste). T.-St. 149. Vergr. 44.

„ 20. *Aulokleptes ramosus antarcticus* n. subsp. T.-St. 139. Vergr. 44. In Teilung befindliches Exemplar. In zweien von den 4 Centralkapseln haben sich die Kerne schon geteilt.



Taf. II Aulacanthidae
18. *Aulographis pandora.* 19. *Aulographis stellata.* 20. *Aulokleptes ramosus antarcticus* n. subsp.

Tafel III.

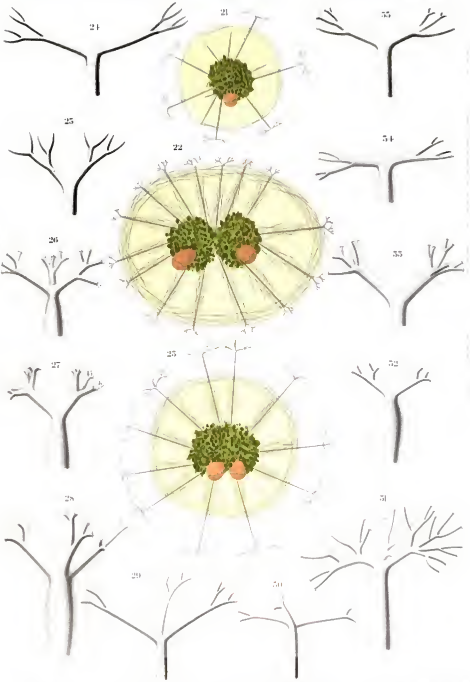
Tafel III.

Tafel III.

Aulacanthidae.

Die Figurenreihe der Tafel ist entsprechend der Reiseroute der „Valdivia" angeordnet. Die 4 Stachelformen links (Fig. 24—27) entstammen dem Atlantik. Ihnen entsprechen die 4 Formen rechts (Fig. 32—35), welche von tropisch-indischen Exemplaren herrühren. Unten sind 4 antarktische Formen (Fig. 28—31) abgebildet. Das Habitusbild Fig. 21 gehört zu den Stacheln Fig. 24—25 und 34—35, das Bild Fig. 22 zu Fig. 26—27 und Fig. 33, das Bild Fig. 23 zu Fig. 29—30.

Fig. 21. *Auloceros arborescens birameus* (IMMERMANN). T.-St. 14. Vergr. 26.
„ 22. „ „ *dichodendrum* IMMERMANN. T.-St. 44. Vergr. 26.
„ 23. „ „ *subelegans* n. subsp. T.-St. 145. Vergr. 26.
„ 24—25. *Auloceros arborescens birameus* (IMMERMANN). Von demselben Exemplare stammend. T.-St. 14. Vergr. 210.
„ 26—27. *Auloceros arborescens dichodendrum* IMMERMANN. T.-St. 40 und 64. Vergr. 210.
„ 28. *Auloceros arborescens trigeminus* (HAECKEL). T.-St. 132. Vergr. 210.
„ 29—30. *Auloceros arborescens subelegans* n. subsp. T.-St. 145 und 74. Vergr. 210.
„ 31. *Auloceros arborescens irregularis* n. subsp. T.-St. 136. Vergr. 210.
„ 32. „ „ *trigeminus* (HAECKEL). T.-St. 239. Vergr. 210.
„ 33. „ „ *dichodendrum* IMMERMANN. T.-St. 182. Vergr. 210.
„ 34—35. *Auloceros arborescens birameus* (IMMERMANN). T.-St. 239. Vergr. 210.


21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

Tafel IV.

Tafel IV.

Aulacanthidae.

Fig. 36. *Aulokleptes ramosus longispina* IMMERMANN. T.-St. 50. Vergr. 44.

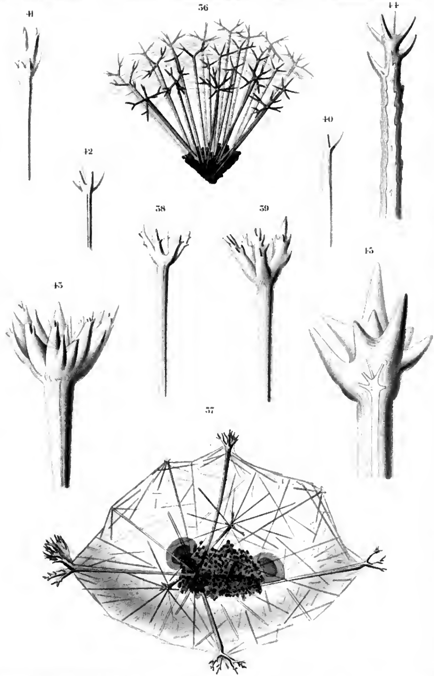
„ 37. „ „ *angulatus* n. subsp. T.-St. 46. Vergr. 44.

„ 38—40. *Aulokleptes flosculus* (HAECKEL). T.-St. 175. Drei Stacheln von einem Exemplar. Ein Stachel (Fig. 40) entspricht dem *pistillum*-Typus, ein zweiter (Fig. 38) dem *Aulokleptes flosculus tridentatus* IMMERMANN und der dritte (Fig. 39) dem *Aulokleptes gemmascens* IMMERMANN, bezw. der *Aulographis flammabunda* HAECKEL. Vergr. 110.

„ 41. *Aulokleptes flosculus* (HAECKEL). T.-St. 89. Stachel mit sehr ungleich ausgebildeten Terminalästen. Die größeren folgen dem *tridentatus*-Typus. Vergr. 110.

„ 42—43. *Aulokleptes flosculus* (HAECKEL). T.-St. 14. Zwei Stacheln von einem Exemplar. Der eine (Fig. 42) folgt den *pistillum*-Typus, der andere (Fig. 43) entspricht *Aulokleptes flosculus typicus* IMMERMANN. Vergr. 110.

„ 44—45. „ „ „ T.-St. 14. Zwei Stacheln von einem Exemplar. Der eine (Fig. 44) hat als Grundlage eine Nadel von *Aulacantha scolymantha*, der andere (Fig. 45) eine solche einer *Aulographonium*-Species, wahrscheinlich *bicorne* oder *indicum*, benutzt. Vergr. 370.



Taf. IV. Aulacanthidae.

36. Aulokleptes ramosus longispinus. 37. Au. ramosus angulatus n. subsp. 38-45. Aulokleptes flosculus.

Tafel V.

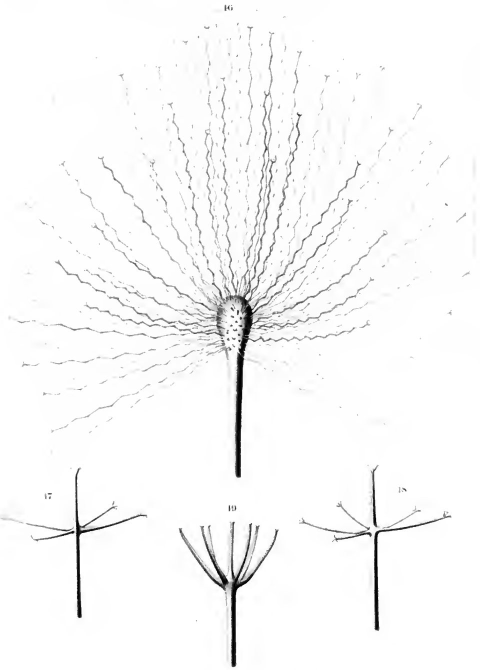
Tafel V.

Aulacanthidae.

Fig. 46. *Aulocoryne zetesios* Fowler. T.-St. 219. Vergr. 370.

„ 47—48. *Aulopetasus charoides* n. gen. n. sp. T.-St. 41. Vergr. 110. Zwei Nadeltypen mit 4 Quirlästen und 4 Sekundärästen (Fig. 47) und mit 5 Quirlästen und 3 Sekundärästen (Fig. 48).

„ 49. *Aulographonium anthoides* n. sp. T.-St. 135. Vergr. 370. Stärkere Vergrößerung zu Taf. VI, Fig. 52.



Taf. IV. Aulacanthidae.

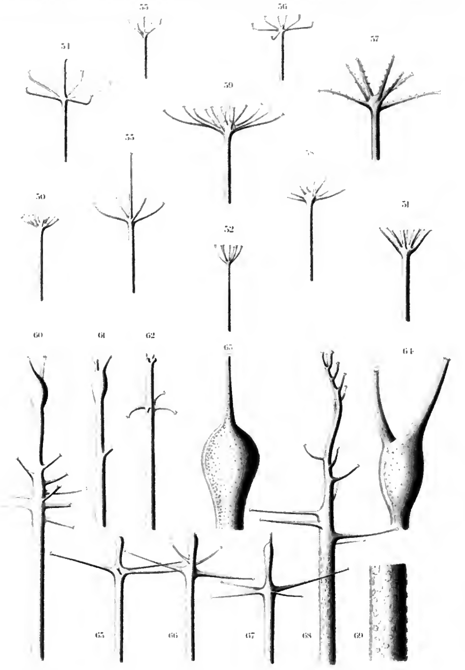
16. *Aulocoryne zetesios.* 17, 18. *Aulospathis* ... n. gen. n. sp. 19. *Aulographonium* ... n. sp.

Tafel VI.

Tafel VI.

Aulacanthidae.

Fig. 50. *Aulographonium pulvinatum typicum* n. subsp. T.-St. 14. Vergr. 110.
„ 51. „ „ *coronatum* n. subsp. T.-St. 74. Vergr. 110.
„ 52. „ *anthoides* n. sp. T.-St. 135. (Dieselbe stärker vergrößert auf Taf. V, Fig. 49.) Vergr. 110.
„ 53. „ *mediterraneum* (Borgert). T.-St. 22. Vergr. 110.
„ 54. „ „ „ T.-St. 44. Vergr. 110.
„ 55. „ „ „ aberratio. T.-St. 66. Vergr. 110.
„ 56. „ *candelabrum* Haeckel. T.-St. 236. Vergr. 110.
„ 57. „ *bicorne* n. sp. T.-St. 49. Vergr. 110.
„ 58. „ *indicum* n. sp. T.-St. 207. Vergr. 110.
„ 59. „ *antarcticum* n. sp. T.-St. 149. Vergr. 110.
„ 60. *Aulospathis variabilis bifurca* (Haeckel) mit auseinandergezogenem Proximalquirl. Uebergang zu *Au. var. aulodendroides*. T.-St. 88. Vergr. 110.
„ 61. „ „ *tetrodon* (Haeckel). Stachel vom *bifurca*-Typus. T.-St. 41. Vergr. 110.
„ 62. „ „ „ „ Stachel mit unvollständig ausgebildeten Terminalästen. T.-St. 64. Vergr. 110.
„ 63. „ „ *bifurca* (Haeckel). Stachel mit zahlreichen stark färbbaren Körnchen an der Innenfläche der Stachelwandung. T.-St. 14. Vergr. 210.
„ 64. „ „ „ „ Stachel mit warziger Wandung. T.-St. 49. Vergr. 210.
„ 65—67. *Aulospathis variabilis diodon* (Haeckel). Stacheln mit verkümmerten Terminalquirl, sämtliche von einem Exemplar. T.-St. 149. Vergr. 110.
„ 68—69. „ *pinus* n. sp. Stachel mit unvollständiger Wandung. T.-St. 89. Vergr. 110.



Taf. VI. Aulacanthidae

[illegible] acum furcatum. 52. Au. anthoides n. sp. 53-55. Au. mediterraneum. 56. Au. candelabrum. 57. Au. [illegible] Au. indicum n. sp. 59. Au. antarcticum n. sp. 60-67. Auiospathis variabilis. 68. 69. [illegible]

Tafel VII.

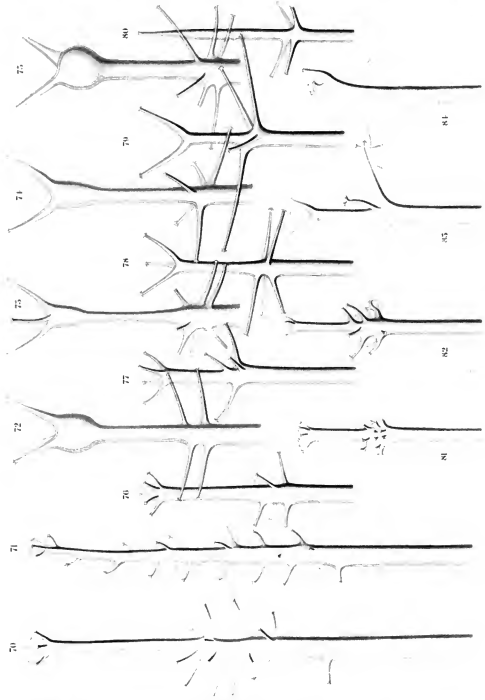
Tafel VII.

Aulacanthidae.

Bemerkung. Die Figuren dieser Tafel sind so angeordnet, daß subsp. *triodon* (Fig. 78) gewissermaßen als der Kern des Formenkreises *Aulospathis variabilis* erscheint. Nach links sind die Uebergänge zu subsp. *tetrodon* und *aulodendroides* (Fig. 77, 76, 71, 70), nach rechts zu subsp. *diodon* und *monodon* (Fig. 79, 80), nach oben zu *bifurca* und *trifurca* (Fig. 74, 75 und 73, 72), nach rechts unten zu *furcata* (Fig. 84) zu verfolgen. Links unten (Fig. 81—83) findet sich eine antarktische Abnormität mit sehr verschieden gestalteten Stacheln vom *aulodendroides*- und *furcata*-Typus.

Sämtliche Figuren sind bei Vergr. 110 abgebildet.

Fig. 70—71. *Aulospathis variabilis aulodendroides* n. subsp. T.-St. 268 und 215.
„ 72—75. „ „ *bifurca*. Stacheln mit 3 und 2 Zinken und Uebergänge zu *Au. var. triodon*. T.-St. 14, 49, 49, 14.
„ 76. *Aulospathis variabilis aulodendroides* n. subsp. T.-St. 190.
„ 77. „ „ *tetrodon* (Haeckel). T.-St. 40.
„ 78. „ „ *triodon* (Haeckel). T.-St. 149.
„ 79. „ „ *diodon* (Haeckel). T.-St. 145.
„ 80. „ „ *monodon* n. subsp. T.-St. 41.
„ 81—83. *Aulospathis variabilis triodon*. Aberrante Stacheln. S. P. 10. März 1903.
„ 84. *Aulospathis variabilis triodon*. Stachel vom *furcata*-Typus. T.-St. 16.


80
73
84
79
74
83
78
75
82
77
72
81
76
71
70

Tafel VIII.

Tafel VIII.

Aulacanthidae.

Fig. 85. *Aulacantha scolymantha typica* n. subsp. mit 4 Centralkapseln. T.-St. 14. Vergr. 44.

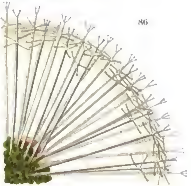
„ 86. *Aulospathis variabilis triodon* (HAECKEL). Antarktische Form mit sehr zahlreichen Stacheln. T.-St. 145. Vergr. 44.

„ 87. „ *pinus* n. sp. S. P. 10. März 1903. Vergr. 44.

85



86



87



Taf. VIII. Aulacanthidae.

*85. **Aulacantha** scolymantha typica. 86. Aulospathis variabilis triodon. 87. Aulospathis pinus n. sp.*

Tafel IX.

Tafel IX.

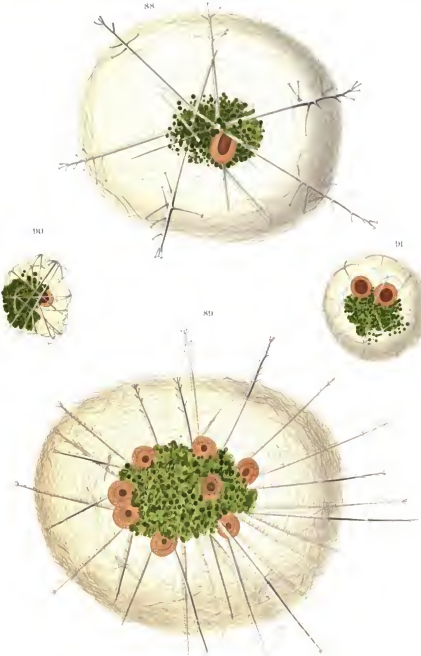
Aulacanthidae.

Fig. 88. *Aulospathis pinus.* Jugendliches Exemplar mit 6 beinahe diametral gelagerten Stacheln. S. P. 23. Febr. 1903. Vergr. 44.

„ 89. „ *variabilis aulodendroides* n. subsp. T.-St. 218. Vergr. 32.

„ 90. *Aulographis arcuata* n. sp. T.-St. 173. Vergr. 44. (Hierzu eine Nadel in stärkerer Vergrößerung: tab. 1, fig. 11.)

„ 91. „ *triangulum* HAECKEL. T.-St. 32. Vergr. 44. (Hierzu eine Nadel in stärkerer Vergrößerung: tab. 1, fig. 13.)



Taf. IX. Aulacanthidae

88. *Aulospathis pinus* n. sp. 89. *Aulospathis variabilis aulodendroides* n. subsp. 90. *Aulographis arcuata* n. sp. 91. *Aulographis triangulum.*

Tafel X.

Tafel X.

Aulacanthidae.

Fig. 92. *Aulodendron heteracanthum* n. sp. S. 10. Sept. 1903. Vergr. 210. Vergl. Taf. LXXII, Fig. 531—532.

„ 93. „ *antarcticum* HAECKEL. T.-St. 55. Vergr. 210.

„ 94. „ „ „ Vorderes Ende eines Stachels mit eingeschlossenem *Rhizosolenia*-Gehäuse. Man sieht die handschuhfingerartige Teilungsnarbe. T.-St. 55. Vergr. 810.

„ 95. „ „ „ Stück aus der proximalen Hälfte eines Stachels. Man sieht das hintere Ende eines eingeschlossenen *Rhizosolenia*-Gehäuses. T.-St. 135. Vergr. 320.

„ 96. *Aulacantha clavata* HAECKEL. T.-St. 89. Vergr. 110.

„ 97. „ „ „ Vorderes Ende eines Stachels. Man sieht die Centralkanäle der Seitendornen. T.-St. 89. Vergr. unbestimmt.

„ 98. „ *laevissima* HAECKEL. T.-St. 143 (Schl.-N. 200—400). Vergr. 110.

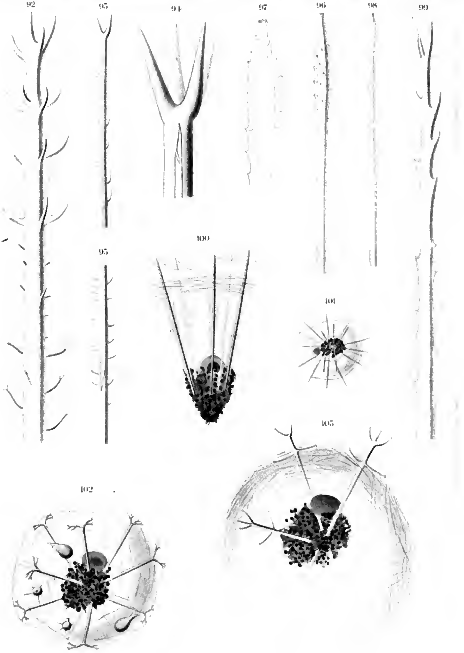
„ 99. „ *spinosa* HAECKEL. T.-St. 237. Vergr. 210.

„ 100. „ *scolymantha bathybia* n. subsp. S. P. 12. Nov. 1901. Vergr. 44.

„ 101. „ „ *typica* n. subsp. T.-St. 172. Vergr. 44.

„ 102. *Auloceros arborescens birameus* (IMMERMANN). Jugendliches Exemplar mit diametral gelagerten Stacheln und an- bezw. eingelagerten *Challengeron*- und *Porospathis*-Gehäusen. T.-St. 49. Vergr. 44.

„ 103. *Aulospathis variabilis triodon* (HAECKEL). Jugendliches Exemplar mit 3 Radialstacheln. T.-St. 228. Vergr. 44.



Taf. X. Aulacanthidae

92. Aulodendron heteracanthum n. sp. 93-95. Au. antarcticum. 96. 97. Aulacantha clavata. 98. 99. Au. laevissima. 99. Au. spinosa. 100. Au. scolymantha bathybia n. subsp. 101. Au. scolymantha typica. 102. Aulokleptes ramosus ... bramens. 103. Aulospathis variabilis triodon.

Tafel XI.

Tafel XI.

Aulosphaeridae.

Fig. 104. *Aulosphaera labradoriensis* BORGERT. S. P. 17. März 1903. Vergr. 26.

„ 105. „ *triodon* var. *diodon* (HAECKEL). T.-St. 239. Vergr. 26.

„ 106. „ „ „ „ „ T.-St. 239. Vergr. 210.

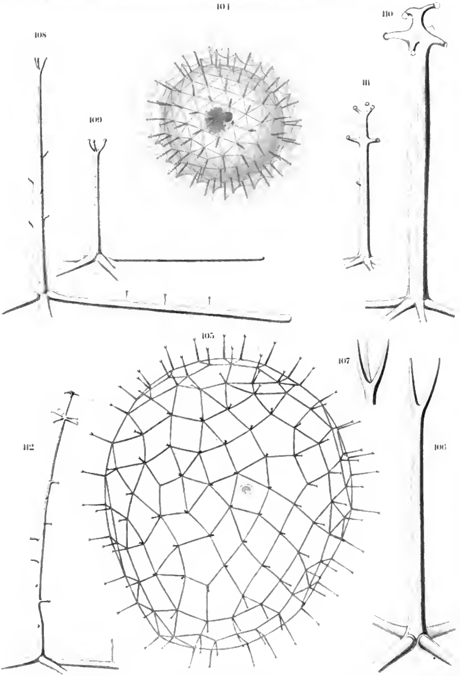
„ 107. „ „ HAECKEL. T.-St. 239. Vergr. 210.

„ 108. „ *filigera* n. sp. T.-St. 55. Vergr. 210.

„ 109. „ *coronata* n. sp. T.-St. 39. Vergr. 210.

„ 110—111. *Aulosphaera robusta* n. sp. Radialstacheln vom stumpfen (Fig. 110) und spitzen Pol (Fig. 111). T.-St. 86. Vergr. 210.

„ 112. *Aulosphaera spathillata* HAECKEL. T.-St. 237. Vergr. 210.



Taf. XI. Aulosphaeridae.

104. Aulosphaera ... 105–107. Au. triodon. 108. Au. ... n. sp. 109. Au. coronata ... 111. Au. robusta n. sp. 112. A. ...

Tafel XII.

Tafel XII.

Aulosphaeridae.

Fig. 113—119. *Aulosphaera bisternaria* HAECKEL. Fig. 113 und 114: Warmwasserformen aus T.-St. 215 (P. 200 m) und S. P. 30. Sept. 1903. Fig. 115—117: Kaltwasserformen aus T.-St. 149, S. P. 23. Febr. 1903 und S. P. 14. Nov. 1902. Fig. 118 gehört als Oberflächenansicht zu Fig. 117, Fig. 119 zu Fig. 116. Vergr. 210.

„ 120. *Aulosphaera labradoriensis* BORGERT. S. P. 18. Febr. 1903. Vergr. 210.

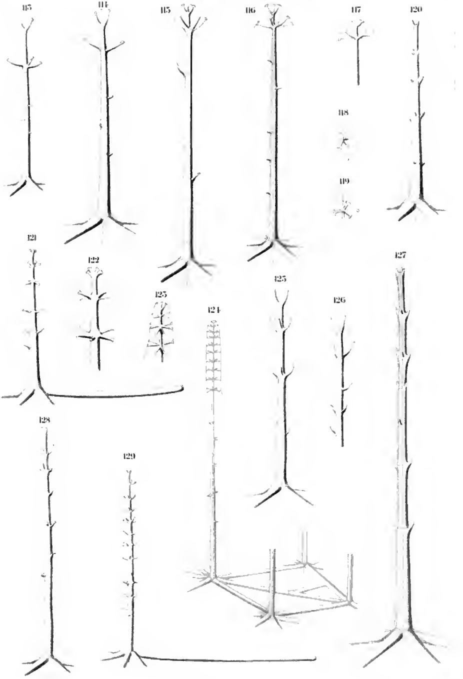
„ 121—122. *Aulosphaera trispathis* n. sp. T.-St. 55. Vergr. 210.

„ 123—124. „ *elegantissima* HAECKEL. S. P. 18. Febr. 1903. Vergr. 210.

„ 125—127. „ *labradoriensis* BORGERT. Verschiedene Varietäten. Kurzstachlige Form aus dem Indik, T.-St. 216 (Fig. 125 und 126), und langstachlige Varietät aus dem Atlantik, T.-St. 43 (Fig. 127). Vergr. 210.

„ 128. *Aulosphaera verticillata* HAECKEL. Derbere antarktische Form. S. P. 18. Jan. 1903 (Oberfläche). Vergr. 210.

„ 129. „ „ „ Typische Form. T.-St. 41 (P. 200 m). Vergr. 210.


113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129

Tafel XIII.

Tafel XIII.

Aulosphaeridae.

Fig. 130—131. *Aulatractus fusiformis* HAECKEL. Fig. 131: Oberflächenansicht eines Radialstachels. T.-St. 14. Vergr. 210.

„ 132. *Auloscena atlantica* n. sp. T.-St. 14. Vergr. 210.

„ 133. „ *pyramidalis* HAECKEL. S. P. 10. März 1903. Vergr. 210.

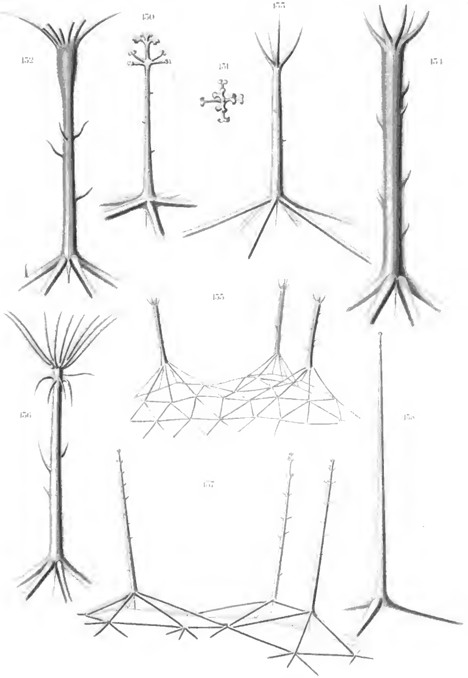
„ 134. „ *robustissima* n. sp. S. P. 3. Sept. 1903. Vergr. 210.

„ 135. „ „ „ „ S. P. 3. Sept. 1903. Vergr. 90.

„ 136. „ *verticillus hamata* n. subsp. S. P. 18. Febr. 1903. Vergr. 210.

„ 137. „ *pelagica* n. sp. Tropischer Indik. Vergr. 210.

„ 138. *Aulastrum monoceros* HAECKEL. S. P. 26. März 1903. Vergr. 210.



Taf. XIII. Aulosphaeridae.

150, 151. *Aulatractus fusiformis.* 152. *Auloscena atlantica n. sp.* 153. *Auloscena pyramidalis.* 154, 155. *Au. robustissima n. sp.* 156. *Au. verticillus hamata n. subsp.* 157. *Au. pelagica n. sp.* 158. *Aulastrum monoceros.*

Tafel XIV.

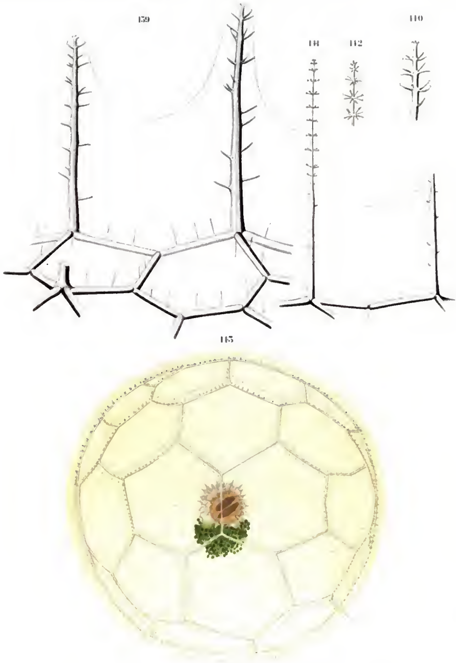
Tafel XIV.

Aulosphaeridae. Cannosphaeridae.

Fig. 139—140. *Aulastrum spinosum* BORGERT. Die gestrichelten und die ausgezogenen Linien geben das äußere Relief des Weichkörpers in seinen Schwankungen wieder. S. P. 23. März 1903. Vergr. 210.

„ 141—142. „ *mirabile* BORGERT. T.-St. 44. Vergr. 210.

„ 143. *Cannosphaera antarctica* HAECKEL. Stachellose Varietät. Rechts unten ein rudimentärer Radialstachel. S. P. 23. Febr. 1903. Vergr. 44.



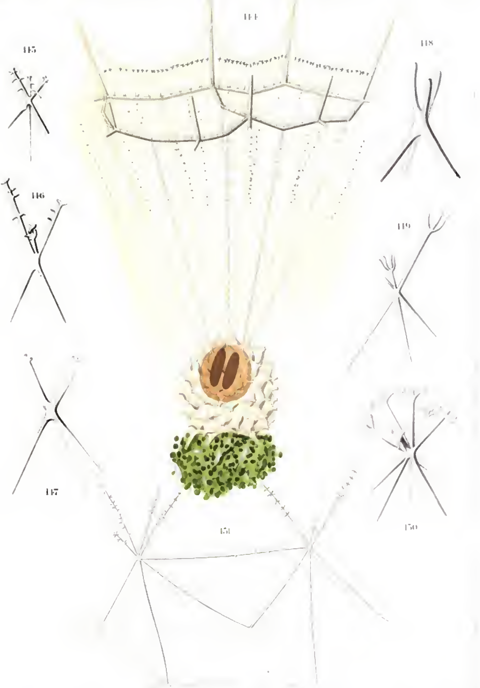
Taf. XIV. Aulosphaeridae. Cannosphaeridae
139. 140. Aulastrum spinosum. 141. 142. Au. mirabile. 143. Cannosphaera antarctica

Tafel XV.

Tafel XV.

Cannosphaeridae. Sagosphaeridae.

Fig. 144. *Cannosphaera antarctica* HAECKEL. S. P. 18./19. Jan. 1903. Vergr. 110.
„ 145—146. *Sagoscena praetorium* HAECKEL. S. P. 20./21. Nov. 1902. Vergr. 210.
„ 147. *Sagoscena castra* HAECKEL. S. P. 23. März 1903. Vergr. 210.
„ 148. „ *digitata* n. sp. T.-St. 237. Vergr. 210.
„ 149. „ *tentorium* HAECKEL. T.-St. 190. Vergr. 210.
„ 150. „ *floribunda* n. sp. T.-St. 149. Vergr. 210.
„ 151. „ *elegans* BORGERT. T.-St. 43. Vergr. 210.



Taf. XV. Cannosphaeridae. Sagosphaeridae.
144. Cannosphaera antarctica. 145. 146. Sagoscena praetorium. 147. S. castra. 148. S. digitata n. sp. 149. S. tentorium. 150. S. floribunda n. sp. 151. S. elegans.

Tafel XVI.

Tafel XVI.

Tafel XVI.

Sagosphaeridae.

Fig. 152. *Sagenoscena irmingeriana* BORGERT. T.-St. 149. Vergr. 26.

„ 153. *Oithona* sp. Dient dem Vergleich der Größenverhältnisse einerseits der mächtigen einzelligen *Sagenoscena irmingeriana*, andererseits eines Copepoden. T.-St. 139. Vergr. 26.

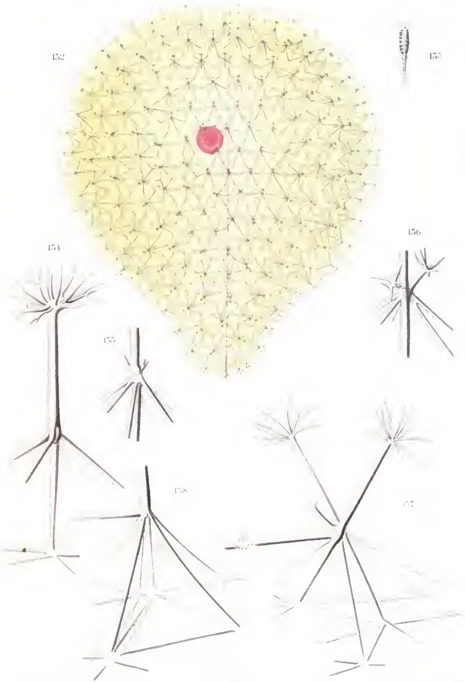
„ 154. *Sagenoscena irmingeriana*. Einzelner Radialstachel. Vergr. 210.

„ 155. Knotenpunkt von *Sagenoscena irmingeriana* mit verlängerten Zellstäben. Vergr. 210.

„ 156. Knotenpunkt von *Sagenoscena irmingeriana* mit verkümmerten Nebenkronen. Vergr. 210.

„ 157. Pyramide vom stumpfen Pole einer *Sagenoscena irmingeriana* mit zwei Hauptkronen, einer Nebenkrone und dem nach einem benachbarten Knotenpunkt führenden Tangentialbalken. Vergr. 210.

„ 158. Pyramide vom stumpfen Pole von *Sagenoscena irmingeriana*, aus einer zweiteiligen Anlage hervorgegangen. Vergr. 210.



Taf. XVI.
Sagosphaeridae.
152, 154-158. Sagenoscena irmingeriana 153. Oithona sp

Tafel XVII.

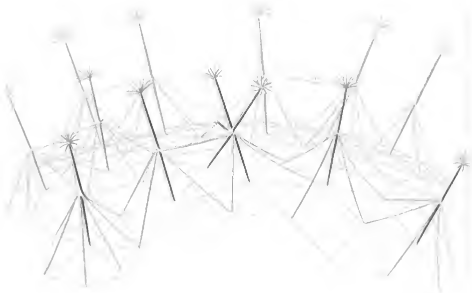
Tafel XVII.

Sagosphaeridae.

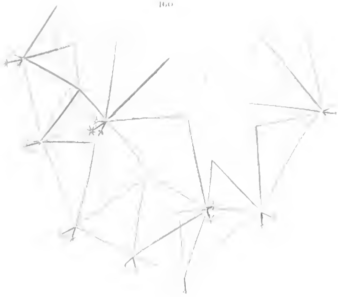
Fig. 159. Partie vom stumpfen Pole einer *Sagenoscena irmingeriana* mit paarweise verbundenen Pyramiden. Vergr. 152.

„ 160. Partie vom stumpfen Pole einer *Sagenoscena irmingeriana*. Die Spitzen sämtlicher Pyramiden sind untereinander durch Tangentialbalken verbunden, so daß ein mit der Schale von *Sagenoarium* übereinstimmendes Fachwerk entstanden ist. Pyramidenspitzen sämtlich mit mehreren Kronen besetzt. Vergr. 152.

150



160



Taf. XVII.
Sagosphaeridae
150, 160. Sagenoscena irmingeriana

Tafel XVIII.

Tafel XVIII.

Sagosphaeridae.

Fig. 161. Drei miteinander durch Tangentialbalken verbundene Pyramiden vom stumpfen Pole von *Sagenoscena irmingeriana*. Die mittlere Pyramide mit 3 Kronen. Vergr. 152.

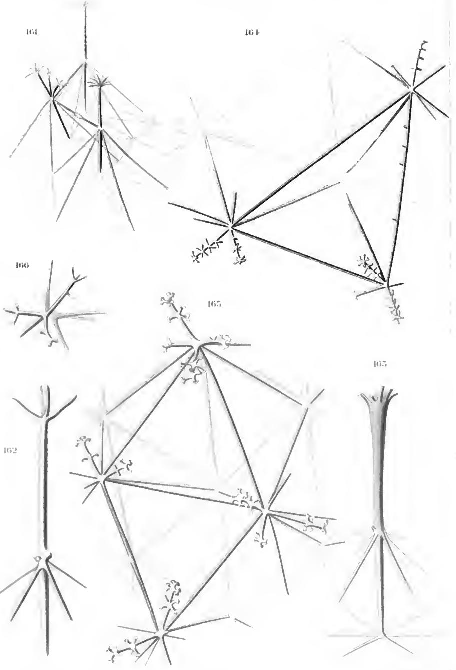
„ 162. *Sagenoscena tethracantha* n. sp. Radialstachel. T.-St. 190. Vergr. 210.

„ 163. „ *lampadophora* n. sp. Radialstachel. T.-St. 174. Vergr. 210.

„ 164. *Sagenoarium verticillatum* n. sp. von oben. T.-St. 46. Vergr. 210.

„ 165. „ *Chuni* BORGERT von oben. T.-St. ?. Vergr. 210.

„ 166. „ *furcatum* n. sp. von oben. T.-St. 43. Vergr. 210.



Taf. XLVIII.

Sagosphaeridae.

161. *Sagenoscena irmingeriana.* 162. *S. tetracantha n. sp.* 163. *S. lampadophora n. sp.* 164. *S. [illegible] verticillatum n. sp.* 165. *S. Chuni.* 166. *S. furcatum n. sp.*

Tafel XIX.

Tafel XIX.

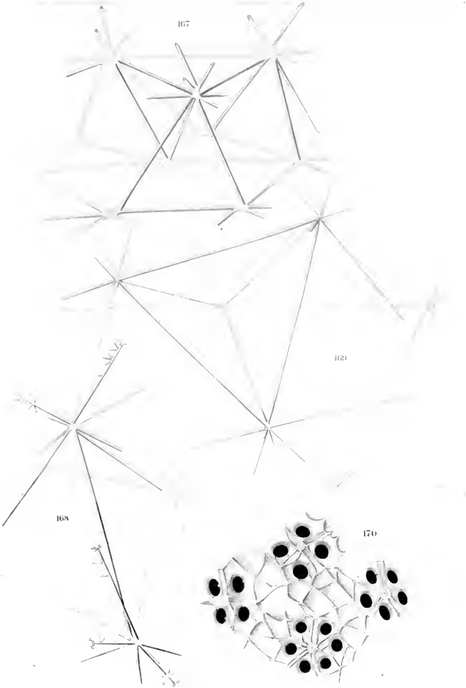
Sagosphaeridae. Circoporidae. Tuscaroridae.

Fig. 167. *Sagenoarium dicranon* n. sp. von der Seite. S. P. 30. Sept. 1903. Vergr. 210.

„ 168. „ *antarcticum* n. sp. von oben. S. P. 18. Jan. 1903. Vergr. 210.

„ 169. *Tuscaretta globosa* (Borgert). Gitterschale, zum Vergleich mit den Gitterschalen der *Sagenoarium*-Arten. Vergr. 210.

„ 170. *Haeckeliana irregularis* n. sp. Schalenstück. Porenfelder mit 4, 5 und 6 Poren. T.-St. ?. Vergr. 320.



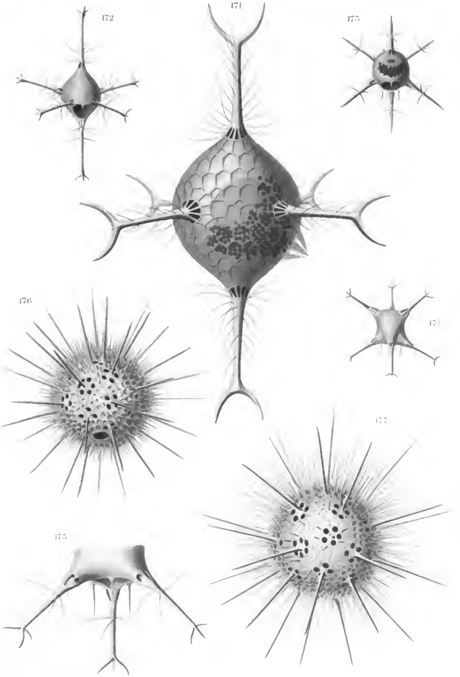
Taf. XIX.
Sagosphaeridae. Tuscaroridae. Circoporidae
167. Sagenoarium dicranon n. sp. 168. S. antarcticum n. sp. 169. Tuscaretta globosa. 170. Haeckeliana irregularis n. sp.

Tafel XX.

Tafel XX.

Circoporidae.

Fig. 171. *Circospathis sexfurca* (HAECKEL). T.-St. 174 und S. P. 12. Nov. 1901. Vergr. 107.
„ 172. *Circoporus hexapodius* BORGERT. T.-St. 214. Vergr. 107.
„ 173. „ *oxyacanthus* BORGERT. T.-St. 55. Vergr. 107.
„ 174. „ *sexfuscinus* HAECKEL (partim). T.-St. 220. Vergr. 107.
„ 175. „ „ „ Oraler Abschnitt von der Mundseite. T.-St. 220. Vergr. 258.
„ 176. *Haeckeliana irregularis* n. sp. T.-St. ?. Vergr. 107.
„ 177. „ *darwiniana* HAECKEL. T.-St. 173. Vergr. 107.



Taf. XV.
Circoporidae.
171. *Circoporus sexfurcus.* 172. *C. hexapodius.* 173. *C. oxyacanthus.* 174, 175. *C. sexfuscinus.*
176. *Haeckeliana irregularis* n. sp. 177. *H. Darwiniana.*

Tafel XXI.

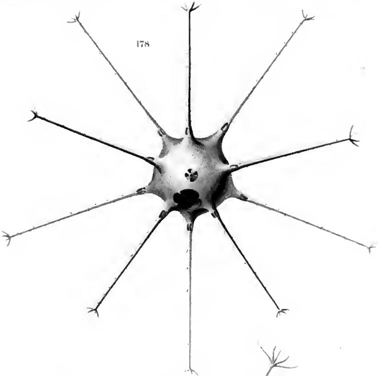
Tafel XXI.

Circoporidae.

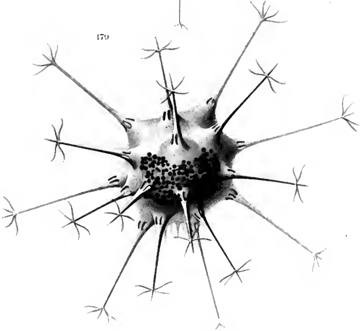
Fig. 178. *Circostephanus longispinus* (BORGERT). T.-St. 190. Vergr. 107.

„ 179. „ *Valdiviae* n. sp. T.-St. 268. Vergr. 107.

178



179



Taf. XVI.
Circoporidae
178. Circogonia longispina. 179. Circorrhegma Valdiviae n. sp.

Tafel XXII.

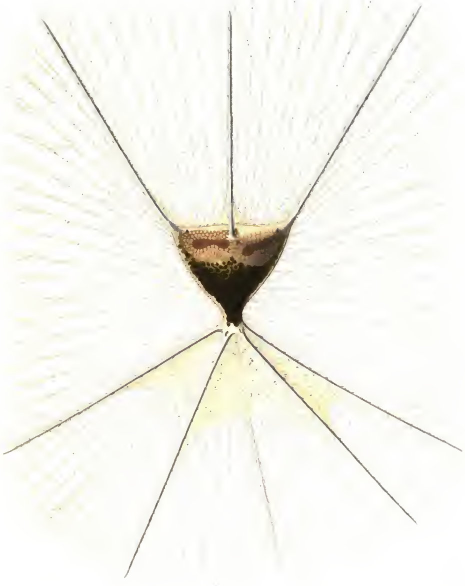
Tafel XXII.

Tafel XXII.

Tuscaroridae.

Fig. 180. *Tuscarilla nationalis* (Borgert). Rekonstruiert. Die Färbung des Phäodiums und der Grundton der Schale entspricht im ganzen den Farben, welche sich auf den von Woltereck an Bord der „Valdivia“ nach verschiedenen lebenden Tuscaroriden angefertigten Skizzen vorfinden. Die Centralkapseln mit ihren Parapylen sind in Fig. 180 der Uebersicht halber zu dunkel wiedergegeben. Auf den erwähnten Skizzen ist von ihnen nichts zu sehen. Die Stachelscheiden mit den kleinen gelben Körnchen, sowie die Spannhaut zwischen den Oralstacheln sind nach gut erhaltenen Resten ergänzt. Die Pseudopodien sind am konservierten Material nicht zu sehen. Vergr. 26.

180



Taf. XXII.
Tuscaroridae.
180. Tuscarilla nationalis.

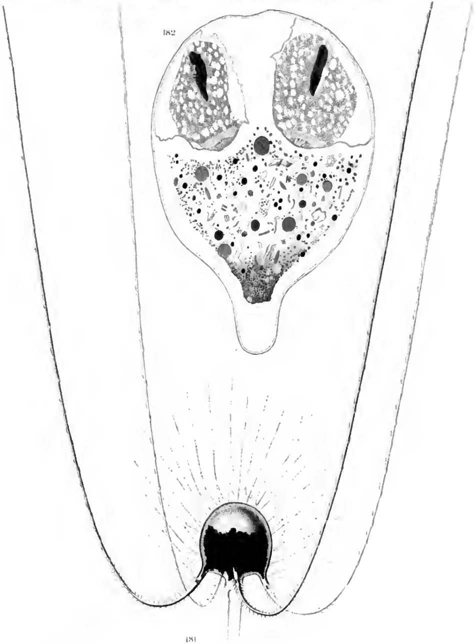
Tafel XXIII.

Tafel XXIII.

Tuscaroridae.

Fig. 181. *Tuscaretta tubulosa* (Haeckel). Einzeltier und Gitterschale. Ergänzt wurden die Sarkode der Gitterschale, die Stachelscheiden, die äußere Sarkodehülle der Schale und die Pseudopodien. Zu sehen ist vor allem der durch die Häkchen vermittelte Zusammenhang zwischen den Oral- und Aboralstacheln einerseits und dem Fachwerk der Gitterschale andererseits. Färbung nach einem mit Alaunkarmin tingierten Exemplar, um die Sarkodeteile besser hervortreten zu lassen. T.-St. 55. Vergr. 26.

" 182. " *passercula.* Längsschnitt durch die Schale. Konservierung mit Sublimat, Färbung mit Eosin und Hämatoxylin. Starke Schrumpfung des Centralkörperinhaltes innerhalb der Centralkapselmembran, sowie des Weichkörpers. Der in das Peristom ragende Fortsatz des Weichkörpers zeigt eine feinkörnige Beschaffenheit und ist durch Hämatoxylin schwach gefärbt. T.-St. 139. Vergr. 110.


182
181

Tafel XXIV.

Tafel XXIV.

Tuscaroridae.

Fig. 183. *Tuscaretta passercula.* Längsschnitt durch eine Centralkapsel, aus einigen benachbarten Schnitten kombiniert. Konservierung mit Sublimat, Färbung mit Eosin und Hämatoxylin. T.-St. 139. Vergr. 210.

„ 184. „ *scutellum.* Durchschnitt durch eine Schalenpore. T.-St. 173. Vergr. 930.

„ 185. „ *tubulosa* (3/2). Durchschnitt durch eine Schalenpore. T.-St. 230. Vergr. 930.

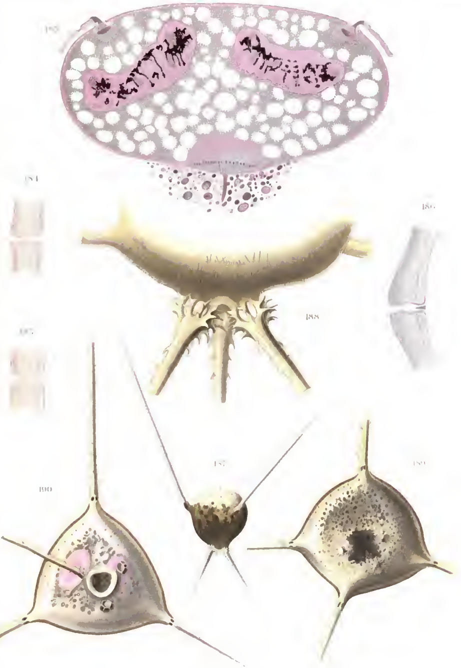
„ 186. „ *passercula.* Durchschnitt durch eine Schalenpore. T.-St. 139. Vergr. 930.

„ 187. *Tuscarora bisternaria,* nach dem lebenden Tier gezeichnet von Woltereck. Vergl. auch Vorwort S. IX.

„ 188. „ „ Basen der Oralstacheln. T.-St. 215. Vergr. 64.

„ 189. „ „ Variante mit 4 Aboralstacheln von unten. S. P. 12. Nov. 1901. Vergr. 38.

„ 190. „ *Wyvillei* Haeckel. T.-St. 173. Vergr. 38.


184
186
188
187
189
190

Tafel XXV.

Tafel XXV.

Tuscaroridae.

Fig. 191. *Tuscarora bisternaria* John Murray. T.-St. 215. Vergr. 38.

„ 192. „ „ Ansicht der Oralgegend. Die Pilaster der Oralstacheln (weiß gehalten) im optischen Querschnitt. Vergr. unbestimmt.

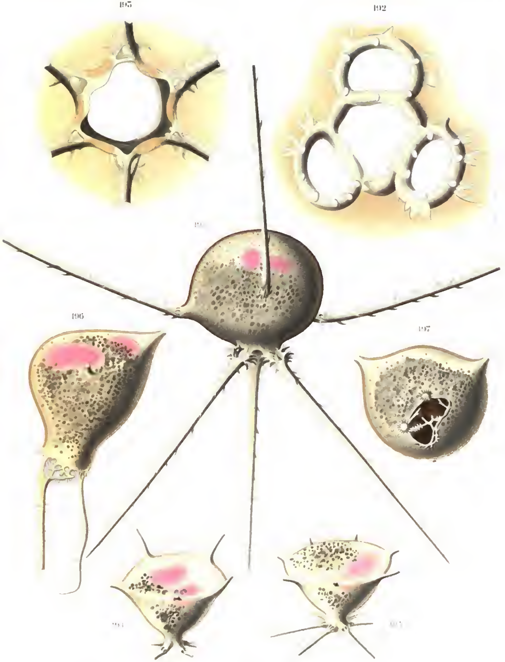
„ 193. *Tuscarilla campanella* n. sp. Oralgegend. Vergr. unbestimmt.

„ 194. „ „ n. sp. Stachelformel (5/4). T.-St. 49. Vergr. 26.

„ 195. „ „ n. sp. Stachelformel (7/6). T.-St. 88. Vergr. 26.

„ 196. Monstrosität von *Tuscarantha Braueri* n. sp. Zwischenform zwischen der typischen Form mit 3 Aboralstacheln und der Var. *triangula* mit 2 Aboralstacheln. Im allgemeinen dreiseitig-prismatisch, aber nur mit 2 Aboralstacheln. T.-St. 215. Vergr. 38.

„ 197. Dieselbe von der Oralseite. Vergr. 38.



Taf. XXI
Tuscaroridae.
191. 192. Tuscarora bisternaria. 193-195. Tuscarilla campanella n. sp. 196. 197. Tuscarantha Braueri n. sp.

Tafel XXVI.

Tafel XXVI.

Tuscaroridae.

Fig. 198. *Tuscarilla nationalis* (Borgert). Stachelformel (3/4). T.-St. 228. Vergr. 26.

„ 199. „ „ „ Mit Resten der Spannhaut. Vergr. 26. S. P. 12. Nov. 1901.

„ 200. Dasselbe vergrößert. Vergr. 45.

„ 201. *Tuscarilla nationalis* (Borgert). Stachelformel (3/5). T.-St. 214. Vergr. 26.

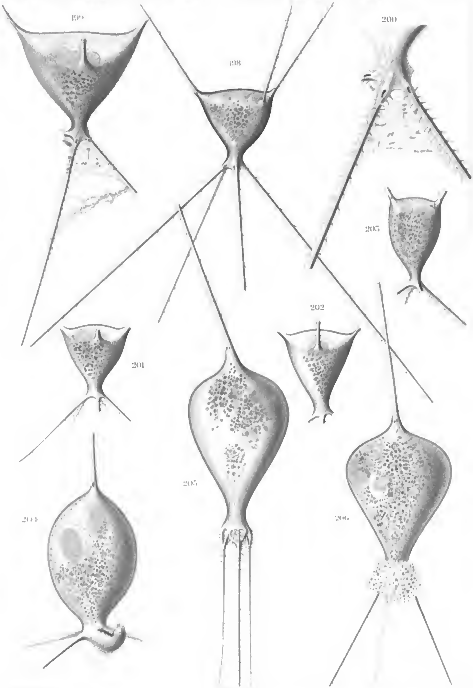
„ 202. „ „ „ Gestreckt-prismatische Form. T.-St. 221. Vergr. 26.

„ 203. „ *scutellum* n. sp. T.-St. 173. Vergr. 26.

„ 204. *Tuscaridium cygneum* (John Murray). T.-St. 49. Vergr. 26.

„ 205. *Tuscarantha Luciae* n. sp. T.-St. 215. Vergr. 26. Variante mit schräg gestelltem Aboralstachel, eingeschnürtem Peristom und parallel stehenden Oralstacheln.

„ 206. „ „ n. sp. T.-St. 230. Vergr. 26. Variante mit stark divergierenden Oralstacheln.



Tuscaroridae.
198-202. Tuscarilla nationalis. 203. Tuscarilla scutellum n. sp. 204. Tuscaridium cygneum.
205, 206. Tuscarantha Luciae n. sp.

Tafel XXVII.

Tafel XXVII.

Tuscaroridae.

Fig. 207. *Tuscarantha Luciae* n. sp. Typische Form. T.-St. 214. Vergr. 26. An einem Oralstachel haftet eine Challengeride (*Challengeron armatum*).

„ 208. *Corycaeus* sp. zum Vergleich der Größenverhältnisse. Vergr. 26.

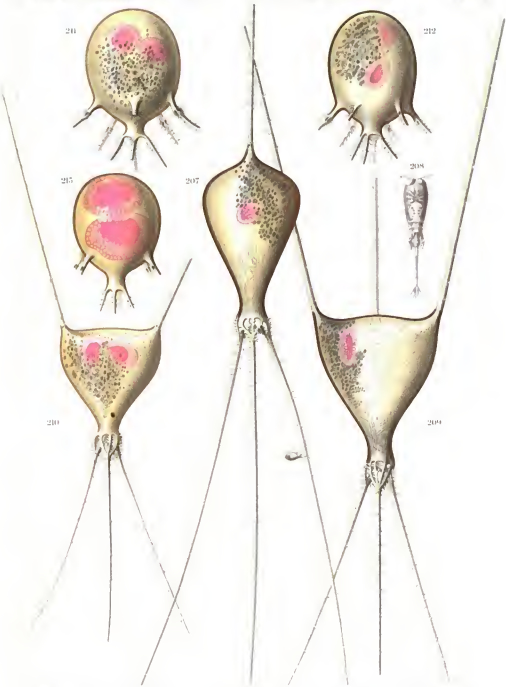
„ 209. *Tuscarantha Braueri* n. sp. Typische Form. T.-St. 228. Vergr. 26.

„ 210. „ „ *triangula* n. sp. n. subsp. T.-St. 215. Vergr. 26.

„ 211. *Tuscaretta aëronauta* n. sp. Stachelformel (5/4). T.-St. 91. Vergr. 34.

„ 212. „ „ n. sp. Stachelformel (6/4). T.-St. 91. Vergr. 34.

„ 213. „ „ n. sp. Stachelformel (4/4). T.-St. 135. Vergr. 34.



Taf. XXVII

Tuscaroridae

[illegible] n. sp. 208 [illegible] sp. 209 *Tuscarantha* [illegible] n. sp. 210 *Tuscarusa* [illegible] *triangula* n. sp., n. subsp. 211-213 *Tuscaretta* [illegible] n. sp.

Tafel XXVIII.

Tafel XXVIII.

Tuscaroridae.

Fig. 214. *Tuscaridium galeatum* n. sp. T.-St. 91. Vergr. 26.

„ 215. *Tuscaretta globosa* (Borgert). T.-St. 88. Vergr. 38.

„ 216. „ „ „ *Chuni* n. subsp. Stachelformel (6/3). T.-St. 135. Vergr. 38.

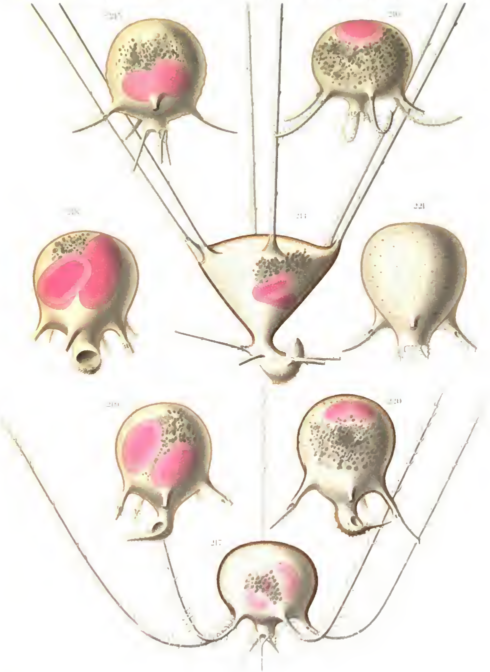
„ 217. „ „ „ „ n. subsp. Stachelformel (5/3). T.-St. 135. Vergr. 38.

„ 218. „ *passercula* n. sp. Stachelformel (6/0). T.-St. 135. Vergr. 38.

„ 219. „ „ n. sp. Stachelformel (5/0). T.-St. 135. Vergr. 38.

„ 220. „ „ n. sp. Stachelformel (4/0). T.-St. 135. Vergr. 38.

„ 221. „ *cepa* n. sp. Stachelformel (3/3). T.-St. 215. Vergr. 38.



Tafel XXIX.

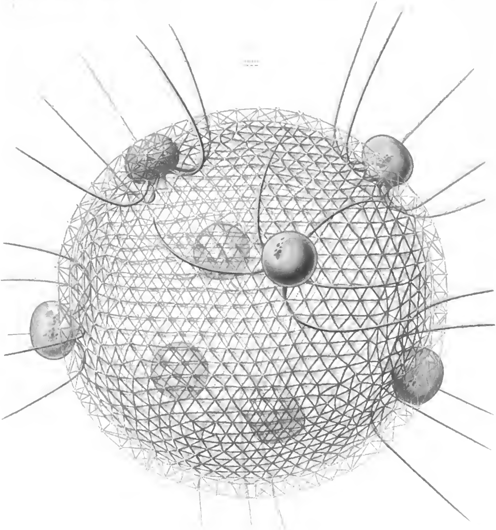
Tafel XXIX.

Tuscaroridae.

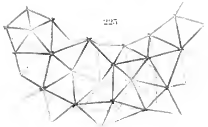
Fig. 222. *Tuscaretta globosa* (Borgert) *Chuni* n. subsp. Kolonie mit 8 Individuen. T.-St. 142. Ungefähr 25-fach vergrößert.

" 223. " " *Chuni.* Stück vom Rand einer Fensteröffnung der Gitterschale. Die obere Lage und die schrägen Stäbe sind dunkel gehalten. Stärker vergrößert.

222



223



Taf. XXIX.
Tuscaroridae.
222, 223. Tuscaretta globosa Chun n. subsp.

Tafel XXX.

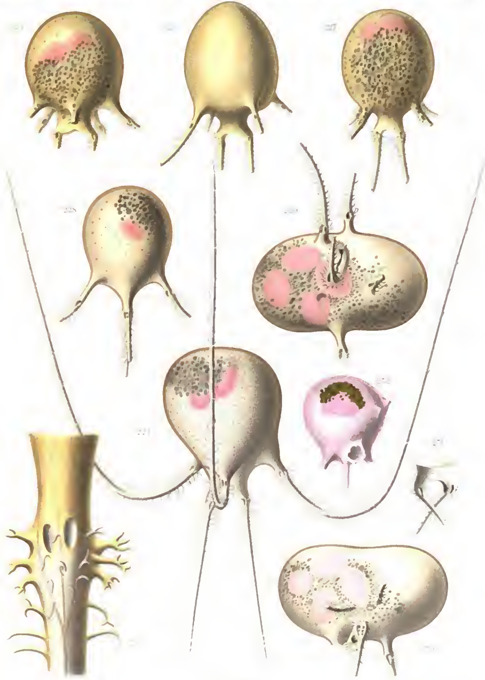
Tafel XXX.

Tafel XXX.

Tuscaroridae.

Berichtigung. Auf der Taf. XXX würde statt „234" 224 zu lesen sein. Im Text ist teilweise die unrichtige Zahl „234" zitiert.

Fig. 224.	*Tuscaretta tubulosa* (JOHN MURRAY) *typica*.	Stachelformel (3/2). T.-St. 218. Vergr. 38.
„ 225.	„ „	var. *sphaeridium*. Stachelformel (5/2). T.-St. 91. Vergr. 38.
„ 226.	„ „	Stachelformel (4/2). Zwischenform zwischen var. *sphaeridium* und var. *medusa*. S. P. 12. Nov. 1901. Vergr. 38.
„ 227.	„ „	var. *medusa*. Stachelformel (4/2). T.-St. 91. Vergr. 38.
„ 228.	„ „	„ „ Stachelformel (2/2). T.-St. 73. Vergr. 38.
„ 229.	„ „	in Teilung (?). Oralansicht. T.-St. 74. Vergr. 38.
„ 230.	„ „	in Seitenansicht. Vergr. 38.
„ 231.	„ „	Peristom und Oralstacheln. Vergr. unbestimmt.
„ 232.	„ „	Jüngeres Entwickelungsstadium mit runder Schalenöffnung und warzenförmigen Stachelanlagen. T.-St. 73. Vergr. 38.
„ 233.	„ „	var. *dendrophora*. Aboralstachel. T.-St. 215. Vergr. 270.

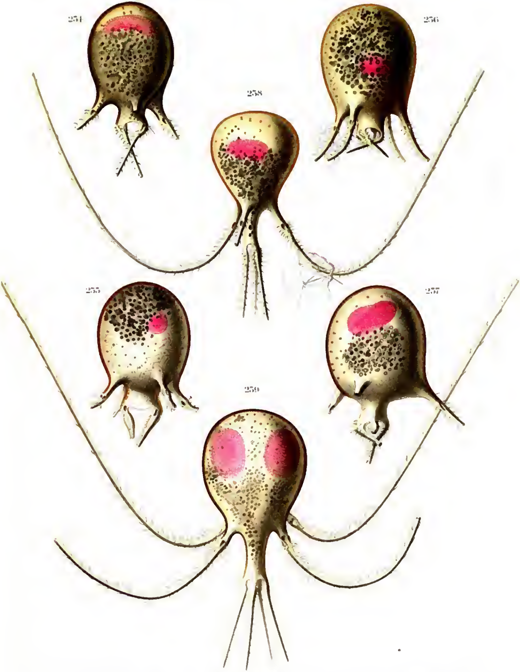


Tafel XXXI.

Tafel XXXI.

Tuscaroridae.

Fig. 234. *Tuscaretta tubulosa* var. *medusa*. Stachelformel (3/2). T.-St. 215. Vergr. 38.
„ 235. „ „ Uebergang zwischen var. *sphaeridium* und var. *medusa*. Stachelformel (4/2). T.-St. 215. Vergr. 38.
„ 236. „ „ var. *dendrophora*. Stachelformel (4/2). T.-St. 215. Vergr. 38.
„ 237. „ *calathoides* n. sp. Stachelformel (3/4). T.-St. 175. Vergr. 38.
„ 238. „ *Belknapi* (John Murray). Stachelformel (3/3). T.-St. 215. Vergr. 38.
„ 239. „ „ „ Stachelformel (4/4). T.-St. 235. Vergr. 38.



254-256. *Tuscaretta* [illegible]

Tafel XXXII.

Tafel XXXII.

Tuscaroridae.

Fig. 240. *Tuscaretta* sp. (*passercula* oder *globosa*). Centralkapsel in Seitenansicht. T.-St. 139. Vergr. 45.

" 241. " *Belknapi*. Centralkapsel von der Astropylenseite. T.-St. 215. Vergr. 45. Ein Längsschnitt durch die Schwester-Centralkapsel ist in Taf. XXXIII, Fig. 253 abgebildet.

" 242. Centralkapsel von *Tuscaretta globosa*, von der Astropylenseite aus. T.-St. 142. Vergr. 45.

" 243. Centralkapsel von *Tuscaridium cygneum*, von der Parapylenseite aus. T.-St. 45. Vergr. 45.

" 244—246. Centralkapseln einer vierkapseligen *Tuscaretta tubulosa* (hierzu Taf. XXX, Fig. 229 und 230, und Taf. XXXII, Fig. 250). Die Figg. 244 und 245 stellen eine der Centralkapseln in zwei verschiedenen Ansichten, Fig. 246 eine zweite Centralkapsel dar. T.-St. 74. Vergr. 45.

" 247. Weichhäutiges Exemplar von *Tuscaretta tubulosa* (andere Ansicht des in Taf. XXX, Fig. 232 abgebildeten Exemplars). T.-St. 73. Vergr. 45.

" 248. Schnitte durch die Centralkapseln einer *Tuscaretta passercula*. Sehr junges Stadium. T.-St. 139. Vergr. 210.

" 249. Längsschnitt durch einen Kern von *Tuscaretta globosa*. S. P. 12. Sept. 1901. Vergr. 210.

" 250. Schnitt durch eine Centralkapsel einer vierkapseligen *Tuscaretta tubulosa* (hierzu Taf. XXX, Fig. 229—230, und Taf. XXXII, Fig. 244—246). T.-St. 74. Vergr. 210.



Taf. XXVII. Tuscaroridae.

240 *Tuscaretta sp.* 241 *Tuscaretta Belknapi.* 242 *Tuscaretta globosa.* 243 *Tuscaridium cygneum.*
244–247, 250 *Tuscaretta tubulosa.* 248 *Tuscaretta passercula.* 249 *Tuscaretta globosa.*

Tafel XXXIII.

Tafel XXXIII.

Tuscaroridae. Circoporidae.

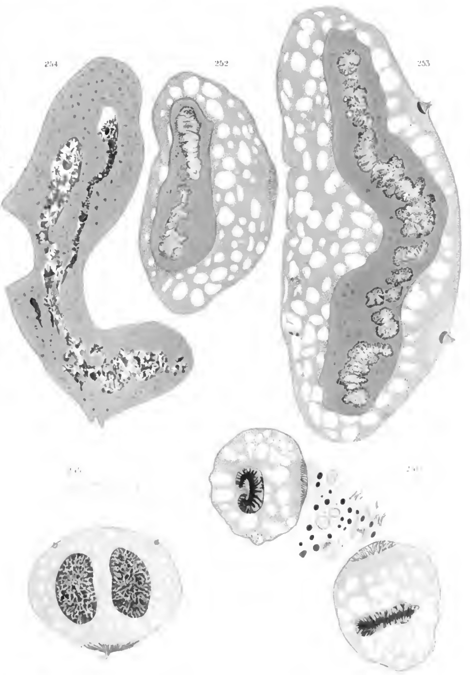
Fig. 251. Querschnitt durch die Centralkapseln einer *Tuscaretta* (in der Tafelbeschriftung fälschlich: *Tuscaridium*) *Belknapi*. Sehr junges Stadium. T.-St. 215. Vergr. 210.

„ 252. *Tuscaretta Belknapi*. Aelteres Stadium. Querschnitt durch eine Centralkapsel. T.-St. 215. Vergr. 210.

„ 253. „ „ Aelteres Stadium. Längsschnitt durch eine Centralkapsel. Die Schwester-Centralkapsel ist in Taf. XXXII, Fig. 241 abgebildet. T.-St. 215. Vergr. 210.

„ 254. *Tuscaridium cygneum*. Aelteres Stadium. Längsschnitt durch eine Centralkapsel. T.-St. 45. Vergr. 210.

„ 255. Schnitt durch die Centralkapsel eines *Circoporus sexfurcus* mit 2 Kernen. T.-St. 154. Vergr. 210.



Taf. XXXIII. Tuscaroridae. Circoporidae.

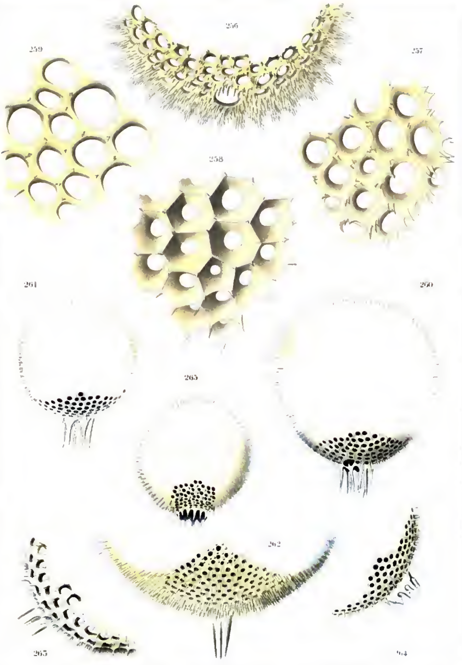
251–253. *Tuscaridium Belknapi.* 254. *Tuscaridium cygneum.* 255. *Circoporus sexfurcus.*

Tafel XXXIV.

Tafel XXXIV.

Castanellidae.

Fig. 256. *Castanarium Hookeri* HAECKEL. T.-St. 49. Vergr. 107.
„ 257. „ „ „ Flächenansicht. T.-St. 49. Vergr. 210.
„ 258. „ *favosum* n. sp. Flächenansicht. T.-St. 175. Vergr. 210.
„ 259. „ *antarcticum* n. sp. Flächenansicht. T.-St. 136. Vergr. 210.
„ 260. *Castanella Sloggetti* HAECKEL, Typ. B. T.-St. 120. Vergr. 107.
„ 261. „ „ „ Typ. A. T.-St. 55. Vergr. 107.
„ 262. „ *Thomsoni* HAECKEL. T.-St. 49. Vergr. 107.
„ 263. „ *Wyvillei* HAECKEL. T.-S. 172. Vergr. 107.
„ 264. *Castanissa pseudocastanella* n. sp. T.-St. 55. Vergr. 107.
„ 265. *Circocastanea margarita* n. sp. T.-St. 172. Vergr. 107.



Taf. XXXIV. Castanellidae.
256, 257 Castanarium Hookeri. 258 Castanarium favosum. 259 Castanarium antarcticum.
260, 261 Castanella Sloggetti. 262 Castanella Thomsoni. 263 Castanella Wyvillei.
264 Castanissa pseudocastanella. 265 Circocastanea margarita.

Tafel XXXV.

Tafel XXXV.

Castanellidae.

Fig. 266. *Circocastanea margarita* n. sp. Flächenansicht. T.-St. 172. Vergr. 410.

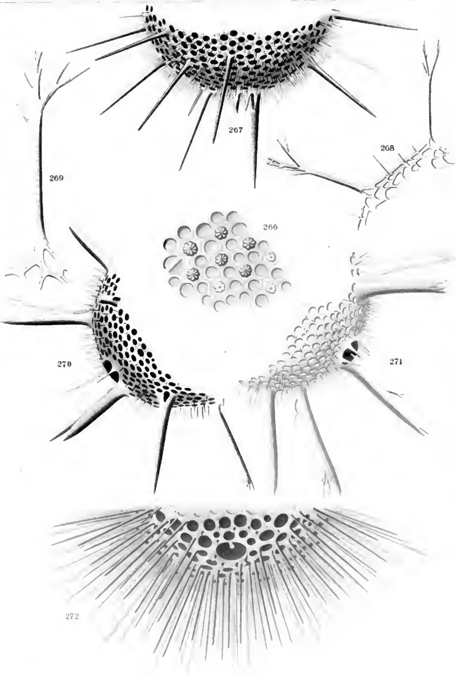
„ 267. *Castanissa Valdiviae* n. sp. T.-St. 41. Vergr. 107.

„ 268—269. *Castanopsis fragilis* n. sp. T.-St. 135. Fig. 268: Vergr. 107, Fig. 269: Vergr. unbestimmt.

„ 270. *Castanopsis cidaris* n. sp. T.-St. 49. Vergr. 107.

„ 271. *Castanura echinus* n. sp. T.-St. 66. Vergr. 107.

„ 272. *Castanidium Apsteini* BORGERT. T.-St. 120. Vergr. 107.



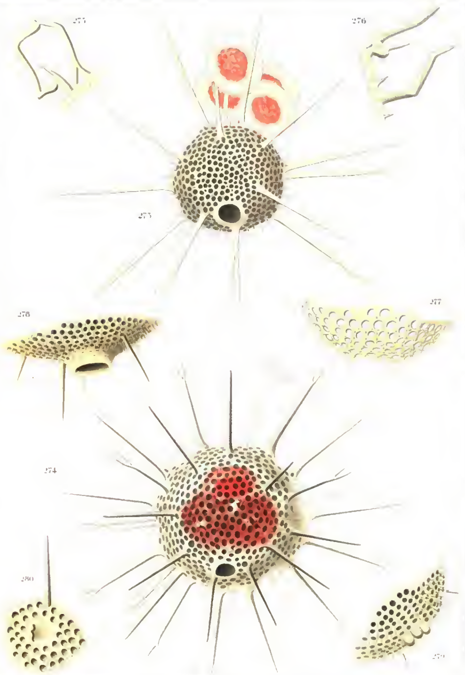
Taf. XXXV. Castanellidae.
266 Circocastanea margarita. 267 Castanissa Valdiviae. 268, 269 Castanopsis fragilis.
270 Castanopsis cidaris. 271 Castanura echinus. 272 Castanidium Apsteini.

Tafel XXXVI.

Tafel XXXVI.

Castanellidae.

Fig. 273. *Castanidium sol* n. sp., mit Copepodeneiern. T.-St. 49. Vergr. 107.
„ 274. „ *Murrayi* HAECKEL, mit Weichkörper. T.-St. 32. Vergr. 107.
„ 275—276. *Castanidium Apsteini* BORGERT. Stachelverbildungen. T.-St. 151. Vergr. 140.
„ 277. *Castanidium variabile* BORGERT. Stachellose Varietät. T.-St. 135. Vergr. 107.
„ 278. *Castanea amphora* n. sp. T.-St. 85. Vergr. 107.
„ 279. „ *Henseni* BORGERT. T.-St. 227. Vergr. 107.
„ 280. „ *globosa* n. sp. T.-St. 49. Vergr. 107.



Taf. XXXVI. Castanellidae.

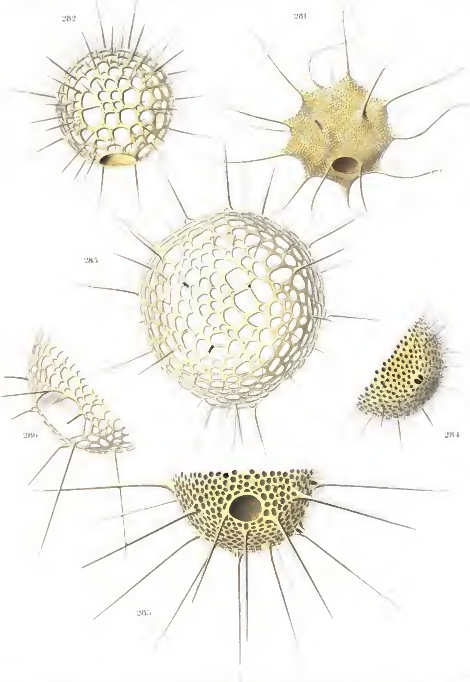
273 Castanidium sol. 274 Castanidium Murrayi. 275, 276 Castanidium Apsteini.
277 Castanidium variabile. 278 Castanea amphora. 279 Castanea Henseni. 280 Castanea globosa.

Tafel XXXVII.

Tafel XXXVII.

Castanellidae.

Fig. 281.	*Castanidium Moseleyi Gorgonia* n. subsp.	T.-St. 39.	Vergr. 45.
„ 282.	„ *variabile fenestratum* n. subsp.	T.-St. 227.	Vergr. 107.
„ 283.	„ „ *antarcticum* n. subsp.	T.-St. 136.	Vergr. 107.
„ 284.	„ „ *vulgatissimum* n. subsp.	T.-St. 39.	Vergr. 107.
„ 285.	„ *longispinum* n. sp. Typ. A.	T.-St. 39.	Vergr. 107.
„ 286.	„ „ n. sp. Typ. B.	T.-St. 55.	Vergr. 107.



Taf: XXXVII. Castanellidae.
281 Castanidium Moseleyi Gorgonia. 282 Castanidium variabile fenestratum. 283 C. var. antarcticum. 284 C. var. vulgatissimum. 285, 286 Castanidium longispinum.

Tafel XXXVIII.

Tafel XXXVIII.

Castanellidae.

Fig. 287. *Castanea globosa* n. sp. T.-St. 41. Vergr. 107.

„ 288. *Castanidium Moseleyi microporum* n. subsp. T.-St. 39. Vergr. 107.

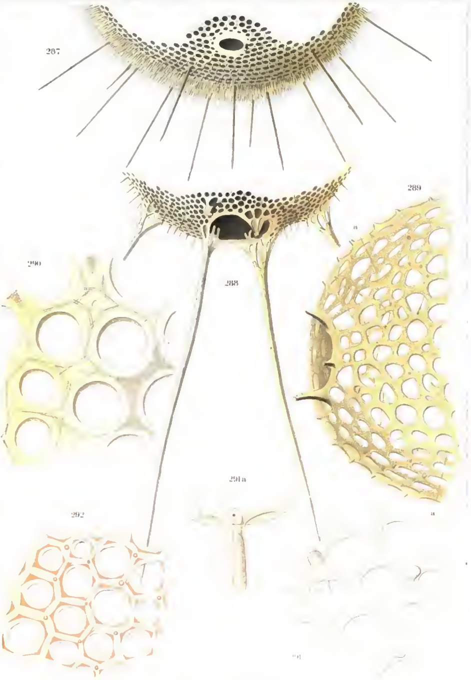
„ 289. „ *variabile* BORG. Monstrosität mit doppeltem Schalengeflecht. T.-St. 136. Vergr. 210. Bei *a* Verbindung beider Schalen.

„ 290. „ *longispinum* n. sp., mit Achsenfäden und Porzellanstruktur. T.-St. 149 Vergr. 460.

„ 291. „ „ n. sp. Häutige Schale mit höckerförmigen Stachelanlagen oder -rudimenten. T.-St. 136. Vergr. 460.

„ 291a. Radialstachel desselben Exemplars mit Achsenstrang. Vergr. 460.

„ 292. *Castanidium variabile* BORG. Sekundäre Verkieselung. T.-St. 121. Vergr. 460.



Taf. XXXVIII Castanellidae
287 Castanea globosa. 288 Castanidium Moseleyi macroporum
289 Castanidium variabile 290, 291 Castanidium longispinum 292 Castanidium variabile

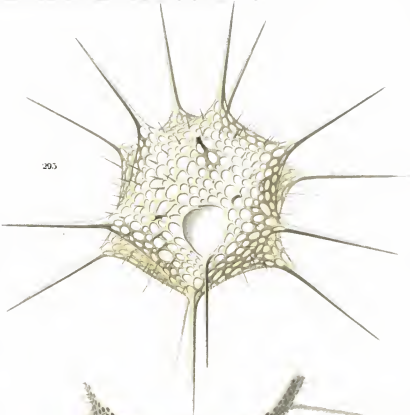
Tafel XXXIX.

Tafel XXXIX.

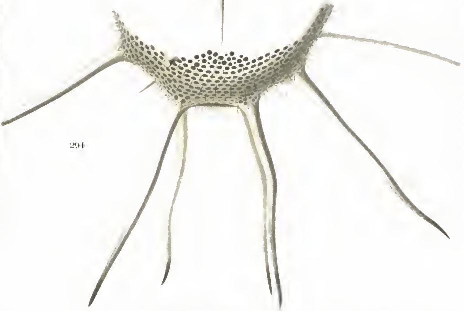
Tafel XXXIX.

Castanellidae.

Fig. 293. *Castanidium Moseleyi circoporoides* n. subsp. T.-St. 268. Vergr. 107.
„ 294. „ „ *Gorgonia* n. subsp. T.-St. 49. Vergr. 107.



293



294

Taf. XXXIX. Castanellidae.
293. Castanidium Moseleyi circoporoides. 294. Cast. Moseleyi Gorgona.

Tafel XL.

Tafel XL.

Castanellidae.

Fig. 295. Birnförmige Monstrosität von *Castanidium variabile* mit seitlich gelegenem Pylom. T.-St. 136. Vergr. 107.

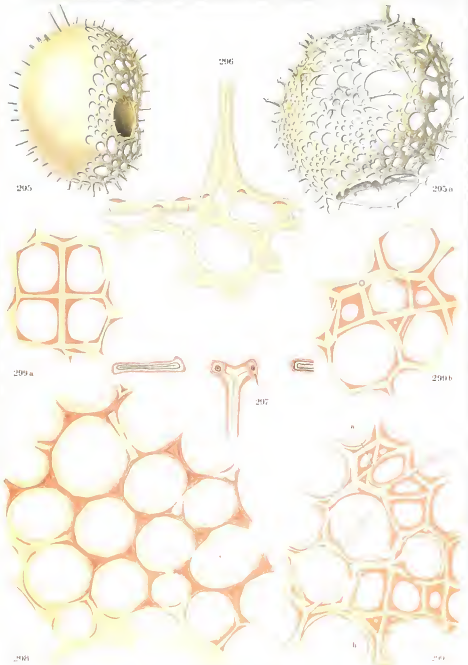
„ 295a. Monstrosität von *Castanidium variabile* mit dreifacher Pylomöffnung und doppeltem Schalengeflecht. T.-St. 136. Vergr. 107.

„ 296. Weichhäutiges Exemplar von *Castanidium longispinum* mit rudimentären Nebendornen. T.-St. 135. Vergr. 460.

„ 297. Schnitt durch eine weichhäutige Schale von *Castanidium variabile*. Gezeichnet sind ein Radialstachel und zwei Tangentialbalken. Die weichen Innenteile sind plasmolytisch geschrumpft. T.-St. 32. Vergr. 460.

„ 298. Weichhäutige Schale von *Castanidium variabile*. Sekundäre Verkieselung noch nicht abgeschlossen. T.-St. 135. Vergr. 460.

„ 299, 299a, 299b. Weichhäutige Schale von *Castanidium variabile*. Sekundäre Verkieselung hat begonnen. Die Achsenfäden nur stellenweise und undeutlich erkennbar. T.-St. 142. Vergr. 460.



Taf. XL. Castanellidae.
295, 297, 298, 299 Castanidium sp. 296 Castanidium longispinum.

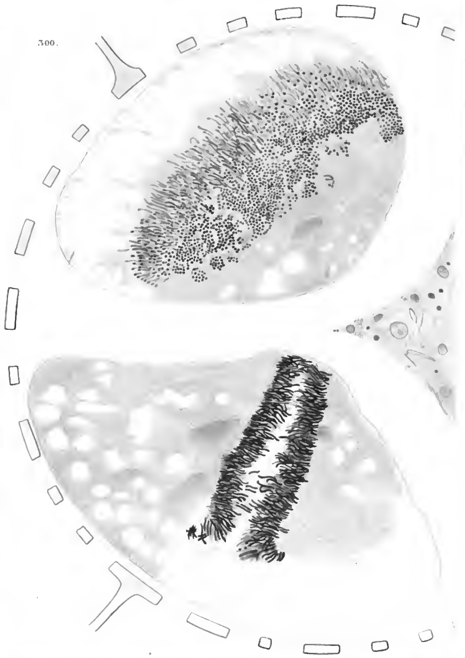
Tafel XLI.

Tafel XLI.

Castanellidae.

Fig. 300. Schnitt durch ein *Castanidium variabile* mit 2 Centralkapseln. Konservierung: Chromosmiumessigsäure, Färbung: Hämatoxylin. Beide Kerne sind in synchroner Teilung begriffen. Unten Seitenansicht des Dyasterstadiums, oben Durchschnitt durch eine Tochterplatte des Dyasterstadiums. Zahl der Chromosomen: 1500—1600. Rechts (Mitte) ein Stück des geschrumpften Phäodiums. T.-St. 66. Vergr. 930.

300.



Taf XLI. Castanellidae

300 Castanidium variabile

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Tafel XLII.

Tafel XLII.

Aulacanthidae (Nachtrag).

Fig. 301. *Auloceros arborescens trigeminus* (HAECKEL), Variante. Sämtliche Radialstacheln mit 2 windschief angeordneten Terminalästen. T.-St. 218. Vergr. 57.

" 302. *Phaeocolla* sp. Regelmäßige Anordnung der Phäodellen. T.-St. 170. Vergr. 150.

" 303. *Aulographis triglochin* HAECKEL. T.-St. 151. Vergr. 110.

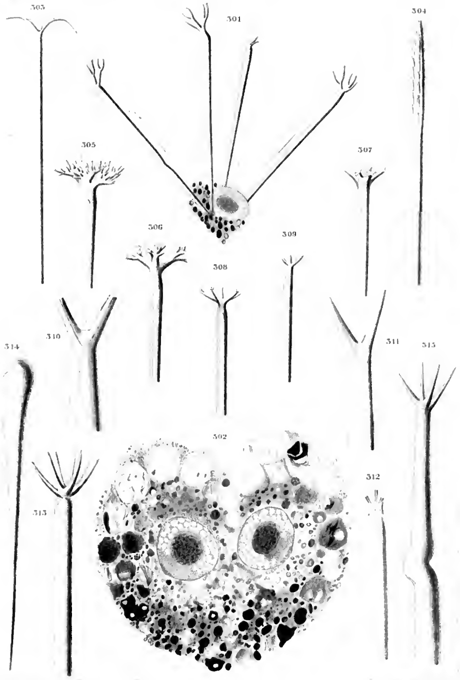
" 304. *Aulacantha cannulata* HAECKEL. T.-St. 49. Vergr. 110.

" 305—309. Fünf Stacheln eines *Aulokleptes flosculus*. Scabiosen-Typus. T.-St. 236. Vergr. 109.

" 310—312. Drei Stacheln von *Aulographis pandora*. Sekundäre Verkieselung nicht abgeschlossen. T.-St. 182. Vergr. 460.

" 313—314. Zwei Stacheln von *Aulographis stellata*. Fig. 313 normaler, Fig. 314 keulenförmiger Stachel. T.-St. 218. Vergr. 210.

" 315. Stachel von *Aulographis pandora* mit Einknickung. T.-St. 182. Vergr. 210.



Taf. XLII Aulacanthidae

301 Auloceros arborescens trigeminus. 302 Phaeocolla sp. 303 Aulographis triglochin. 304 Aulacantha cannulata
305-309 Aulokleptes flosculus. 310-312, 315 Aulographis pandora. 313, 314 Aulographis stellata.

Tafel XLIII.

Tafel XLIII.

Aulacanthidae (Nachtrag).

Fig. 316, 316a. *Aulocoryne zetesios* FOWLER. Radialstacheln. Bei gleicher Vergrößerung wie Fig. 317 und 318 gezeichnet. T.-St. 44. Vergr. 110.

„ 317. *Aulographonium pulvinatum coronatum*, verkrüppelt und mit teilweise verzweigten Aesten. T.-St. 135. Vergrößerung wie in Fig. 316.

„ 317a. Dasselbe, stärker vergrößert.

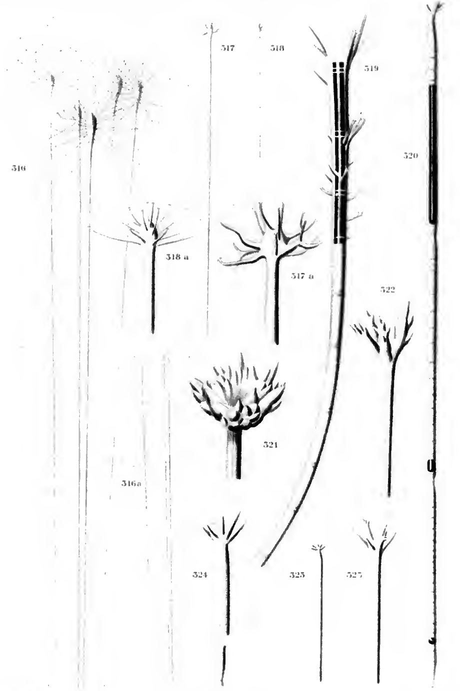
„ 318. *Aulographonium polystylum* n. sp. T.-St. 268. Vergrößerung wie in Fig. 316.

„ 318a. „ „ Stärker vergrößert.

„ 319. *Aulodendron verticillatum* n. sp. Fremdkörpergrundlage: eine Kette von *Corethron*. Oben eine Luftblase. Antarktische T.-St. Vergr. 210.

„ 320. *Aulokleptes ramosus*. Radialstachel. Fremdkörpergrundlage: eine Kette von *Rhizosolenia*. T.-St. 66. Vergr. 110.

„ 321—325. Fünf Radialstacheln eines Exemplares von *Aulokleptes flosculus*. Fig. 325 zeigt den *pistillum*-, 323 den *tridentatus*-, 322 den *gemmascens*-, 321 den *sceptrum*-(Artischocken-) Typus. T.-St. 175. Vergr. 110.



Taf. XLIII. Aulacanthidae.
316 Aulocoryne zetesios. 317 Aulographonium pulvinatum. 318 Aulographonium polystylum.
319 Aulodendron antarcticum. 320 Aulokleptes ramosus. 321–325 Aulokleptes flosculus.

Tafel XLIV.

Tafel XLIV.

Aulacanthidae. Aulosphaeridae. (Nachtrag.)

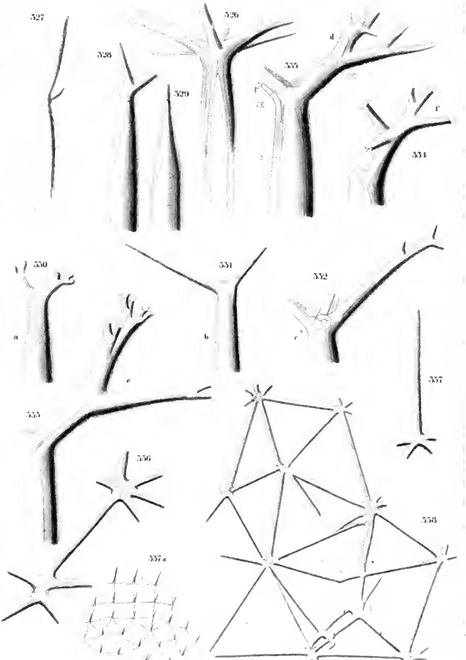
Fig. 326—329. *Aulokleptes ramosus.* Vier Radialstrahlen. T.-St. 149 und 182. Vergr. 370. Fremdkörperunterlagen: Gehäuse von *Rhizosolenia.* Fig. 326 und 327 zeigt die sekundäre Verkieselung noch unvollendet.

„ 330—335. Radialstacheln von *Auloceros arborescens* in verschiedenen Stadien der Verkieselung. T.-St. 86 und 182. Vergr. 460.

„ 336. *Auloscena verticillus.* Zwei Knotenpunkte. Vergr. 410.

„ 337 und 337a. *Aulosphaera trigonopa.* Radialstachel und Gitterschale. T.-St. 43. Vergrößerung (210 und 26) wie in Taf. XI, Fig. 106 und 105.

„ 338. Monströses Gitterwerk von *Auloscena verticillus.* Vergr. 210.



Taf. XLIV. Aulacanthidae, Aulosphaeridae (Nachtrag).
326–329 Auloklepes ramosus. 330–335 Auloceros arborescens.
336 Auloscena verticillus. 337 Aulosphaera trigonopa. 338 Auloscena sp.

Tafel XLV.

Tafel XLV.

Aulosphaeridae. Sagosphaeridae. (Nachträge.)

Fig. 339. Spitzer Pol einer *Aulosphaera bisternaria* mit unregelmäßigem Flechtwerk. Vergr. 102.

" 340. *Aulosphaera elegantissima.* Gittermasche. Vergr. 210.

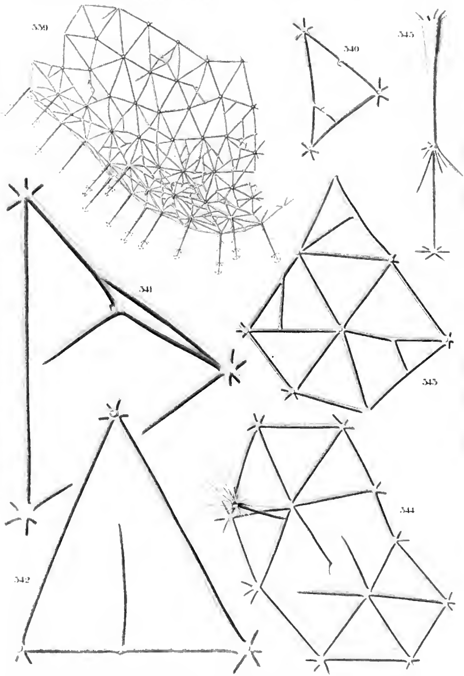
" 341. " sp. Gittermasche mit Nebenknotenpunkt. T.-St. 215. Vergr. 210.

" 342. " " Gittermasche mit versprengtem Tangentialbalken. T.-St. 215. Vergr. 210.

" 343. " *elegantissima.* Gitterwerk mit Abnormitäten. Vergr. 210.

" 344. *Auloscena verticillus.* Gitterwerk mit Abnormitäten. Vergr. 210.

" 345. *Sagenoscena lampadophora* n. sp. T.-St. 174. Vergr. 210.



Taf. XLV. Aulosphaeridae, Sagosphaeridae (Nachtrag).
539 Aulosphaera bisternaria. 540, 543 Aulosphaera elegantissima.
541, 542 Aulosphaera sp. 544 Auloscena verticillus. 545 Sagenoscena lampadophora.

Tafel XLVI.

Tafel XLVI.

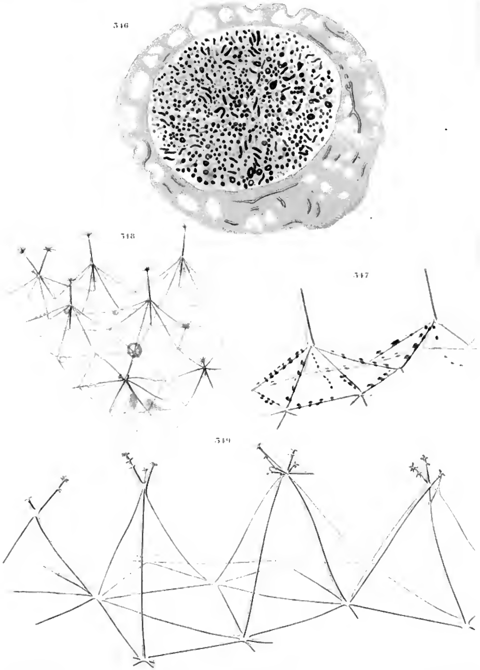
Aulosphaeridae. Sagosphaeridae. (Nachtrag.)

Fig. 346. Schnitt durch eine Centralkapsel von *Aulatractus fusiformis.* Die Parapylen sind nicht getroffen. Kanäle im Endoplasma. T.-St. 44. Vergr. 450.

„ 347. *Auloscena pelagica.* ? Entwickelungsstadium. T.-St. 239. Vergr. 210.

„ 348. *Sagenoscena irmingeriana* mit Teilkernen. T.-St. 149. Vergr. 90.

„ 349. *Sagoscena praetorium* mit Weichkörper. T.-St. 135. Vergr. 210.



Taf. XLVI. Aulosphaeridae. Sagosphaeridae (Nachtrag).
346. Aulatractus fusiformis. 347. Auloscena pelagica. 348. Sagenoscena irmingeriana.
349. Sagoscena praetorium.

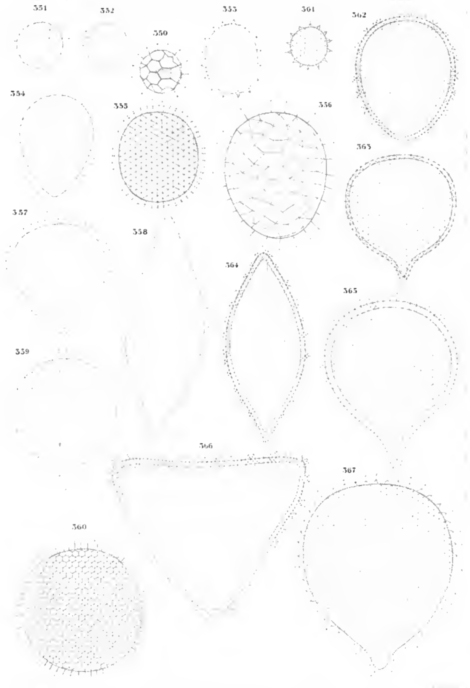
Tafel XLVII.

Tafel XLVII.

Aulosphaeridae. Cannosphaeridae. Sagosphaeridae. (Nachtrag.)

Diese Tafel soll hauptsächlich die Größenverhältnisse der Warm- und Kaltwasserformen, sowie der Oberflächen- und Tiefenbewohner zur Darstellung bringen. Vergrößerung sämtlicher Figuren: 13.

Fig. 350. *Cannosphaera antarctica* HAECKEL. Antarktis, noch oberhalb des 200 m-Horizontes.
„ 351. *Aulosphaera labradoriensis* BORGERT. ? Knephoplanktonisch.
„ 352. *Auloscena pelagica* n. sp. Tropischer Indik. Noch oberhalb 20 m, also phaoplanktonisch.
„ 353. „ sp. (wahrscheinlich *verticillus* HAECKEL). Südlicher Indik.
„ 354. *Aulosphaera bisternaria septentrionalis* (BORG.). Antarktis. Vertikale Verbreitung unbekannt.
„ 355. „ „ *ovulum* (BORG.). Atlantik.
„ 356. „ *triodon* HAECKEL. Tropischer Indik.
„ 357. „ *coronata* n. sp. Tropischer Atlantik und Indik.
„ 358. *Aulatractus fusiformis* HAECKEL. Größere Warmwasserform.
„ 359. *Aulosphaera bisternaria ovulum* (BORG.). Warmwasserform.
„ 360. *Aulastrum monoceros* HAECKEL. Warmwasserform.
„ 361. *Sagoscena elegans* BORGERT. In den tropischen Meeresgebieten noch oberhalb des 50 m-Horizontes.
„ 362. *Sagenoarium Chuni* BORGERT. In den wärmeren Meeresgebieten noch oberhalb des 200 m-Horizontes. T.-St. 91.
„ 363. „ *dicranon* n. sp. T.-St. 237.
„ 364. „ *Chuni* BORGERT. T.-St. 44.
„ 365. „ *dicranon* n. sp. T.-St. 268.
„ 366. „ *Chuni* BORGERT. T.-St. 54.
„ 367. *Sagenoscena tetracantha* n. sp. T.-St. 190.



Taf XLVII Aulosphaeridae Cannosphaeridae Sagosphaeridae

350 Cannosphaera antarctica 351 Aulosphaera labradoriensis. 352 Auloscena pelagica 353 Auloscena sp
354 Aulosphaera bisternaria septentrionalis 355 Aulosphaera bisternaria ovulum 356 Aulosphaera triodon. 357 Aulosphaera coronata
358 Aulatractus fusiformis. 359 Aulosphaera bisternaria ovulum 360 Aulastrum monoceros. 361 Sagoscena elegans
362, 364 366 Sagenoarium Chuni. 363, 365 Sagenoarium dicranon. 367 Sagenoscena tetracantha

Tafel XLVIII.

Tafel XLVIII.

Cannosphaeridae. Sagosphaeridae. Porospathidae. Challengeridae.

Fig. 368. *Sagenoarium anthophorum* n. sp. T.-St. 135. Vergr. 460.

„ 369. *Cannosphaera lepta* JOERGENSEN. a Vergrößerung (110) wie Taf. XIV, Fig. 143. b Gleiche Vergrößerung (210) wie die Figuren der Taf. XII und XIII.

„ 370. *Challengeria Naresi* (JOHN MURRAY) var. *circularis* mit nahezu kreisförmigem Schalenumriß und mäßig geringer Wanddicke. T.-St. 121. Vergr. 210.

„ 371. *Porospathis holostoma* (CLEVE). Peristom. T.-St. 27. Vergr. 460.

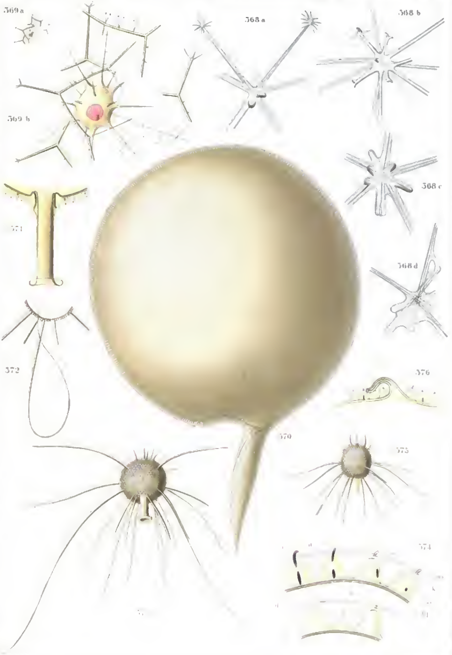
„ 372. „ „ „ Peitschenförmiger Radialstachel. T.-St. 372. Vergr. 210.

„ 373. „ „ „ Große, kugelige Varietät. T.-St. 236. Vergr. 210.

„ 374. „ „ Schalendurchschnitt. *kl* doppelte Kiesellamelle, *k* Kern der Papillen, *c* Spaltraum, *gl* äußere Grenzlamelle, *a*, *b* Leisten, *am* Außenmembran, *r* Röhrchen. T.-St. 66. Vergr. 930.

„ 375. „ „ Kleine eiförmige Varietät. T.-St. 66. Vergr. 210.

„ 376. „ „ Kaminförmiger Stachel. T.-St. 27. Vergr. 930.



Taf. XLVIII. Cannosphaeridae, Sagosphaeridae, Porospathidae, Challengeridae.
368 Sagenoarium anthophorum n. sp. 369 Cannosphaera lepta.
370 Challengeria Naresi var. circularis. 371–376 Porospathis holostoma.

Tafel XLIX.

Tafel XLIX.

Porospathidae. Challengeridae.

Sämtliche Ganzfiguren bei gleicher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 377. *Challengeria Naresi* (JOHN MURRAY) var. *ovalis*. Derbwandige Form mit eiförmigem Schalenumriß. T.-St. 121. Vergr. 210. Bei *a* ist die Schalenwand im optischen Durchschnitt gezeichnet.

„ 378. „ *xiphodon* HAECKEL. T.-St. 229. Vergr. 210. Kantenansicht.

„ 379. „ „ „ T.-St. 32. Vergr. 210.

„ 380. „ „ „ T.-St. 227. Vergr. 210.

„ 381. „ „ „ T.-St. 228. Vergr. 210.

„ 382. *Protocystis tridens* (HAECKEL). T.-St. 147. Vergr. 210.

„ 383. „ „ „ T.-St. 147. Vergr. 210.

„ 384. „ *Swirei* (JOHN MURRAY). T.-St. 147. Vergr. 210.

„ 385. „ *acornis* n. sp. T.-St. 127. Vergr. 210.

„ 386. „ *Swirei* (JOHN MURRAY). T.-St. 143. Vergr. 210. Große dünnschalige Abart.

„ 387. „ *bicornis* n. sp. T.-St. 133. Vergr. 210.

„ 388. „ *Thomsoni* (JOHN MURRAY) var. *circularis*. T.-St. 121. Vergr. 210.

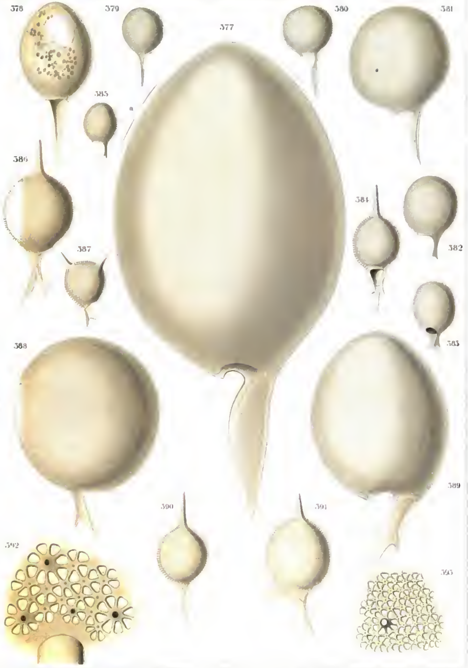
„ 389. „ „ „ „ var. *ovalis*. T.-St. 48. Vergr. 210.

„ 390. „ *Swirei* (JOHN MURRAY). T.-St. 143. Vergr. 210. Kleine dickschalige Abart.

„ 391. „ „ „ „ T.-St. 143. Vergr. 210. Doppelmißbildung.

„ 392. *Porospathis holostoma* (CLEVE). Schalenstruktur der großwabigen Varietät. Vergr. 930.

„ 393. „ „ Schalenstruktur der kleinwabigen Varietät. Vergr. 930.



Taf. XLIX. Porospathidae, Challengeridae.
377 Challengeria Naresi var. ovalis. 378–381 Ch. xiphodon. 382, 383 Protocystis tridens.
384, 386, 390, 391 P. Swirei. 385 P. acornis. 387 P. bicornis. 388, 389 P. Thomsoni. 392, 393 Porospathis holostoma.

Tafel L.

Tafel L.

Challengeridae.

Sämtliche Ganzfiguren sind bei gleicher Vergrößerung (210) gezeichnet.

Fig. 394. *Protocystis varians* (BORGERT). T.-St. 172.
„ 395. „ *Balfouri* (JOHN MURRAY). T.-St. 43.
„ 396. „ *Harstoni* „ „ T. St. 149. Kantenansicht.
„ 397. „ „ „ „ T.-St. 123.
„ 398. „ „ „ „ T.-St. 123.
„ 399. *Challengeranium diodon* (HAECKEL). T.-St. 268. Frontalansicht.
„ 400. „ „ „ T.-St. 66. Seitenansicht.
„ 401. *Protocystis Sloggetti* (HAECKEL). T.-St. 227. Größere Varietät.
„ 402. „ „ „ T.-St. 218. Kleinere Varietät.
„ 403. „ *micropelecus* n. sp. T.-St. 142.
„ 404. „ *tridentata* BORGERT. T.-St. 220.
„ 405. „ *Tizardi* (JOHN MURRAY). T.-St. 221. Kantenansicht. Stachellose Varietät.
„ 406. „ „ „ „ T.-St. 121. Varietät mit 2 Randstacheln.
„ 407. „ *thyroma* n. sp. T.-St. 221.
„ 408. „ *tuba* n. sp. T.-St. 220.
„ 409. „ *Murrayi* (HAECKEL). T.-St. 48. Seitenansicht.
„ 410. „ *Macleari* (JOHN MURRAY). T.-St. 48.
„ 411. „ *Murrayi* (HAECKEL). T.-St. 221. Frontalansicht.
„ 412. „ *Tizardi* (JOHN MURRAY). T.-St. 227. Varietät ohne Randstacheln.



Taf. L. Challengeridae

394 Protocystis varians. 395 P. Balfouri. 396–398 P. Harstoni. 399, 400 Challengeranium diodon. 401–402 Protocystis Sloggetti. 403 P. micropelecus. 404 P. bidentata. 405, 406, 412 P. Tizardi. 407 P. thyroma. 408 P. tuba. 409, 411 P. Murrayi. 410 P. Naresi.

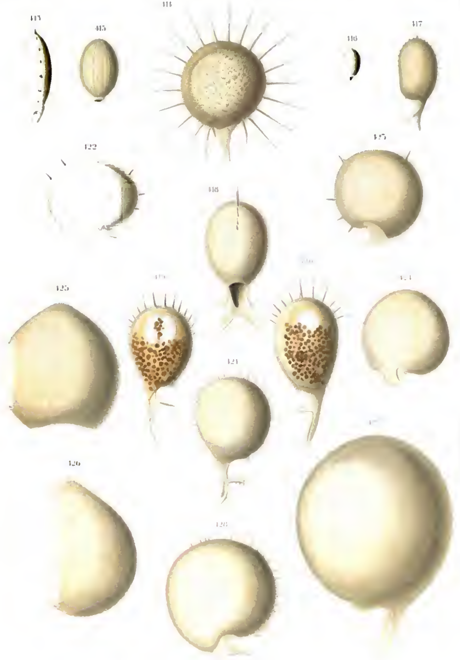
Tafel LI.

Tafel LI.

Challengeridae.

Sämtliche Figuren sind bei gleicher Vergrößerung (210) angelegt.

Fig. 413. *Heliochallengeron Channeri* (JOHN MURRAY). T.-St. 170. Kantenansicht.
„ 414. „ „ „ „ T.-St. 172.
„ 415. *Cadium melo* (CLEVE). T.-St. 14.
„ 416. „ *marinum* BAILEY. T.-St. 226.
„ 417. *Challengeron sacculus* n. sp. T.-St. 172.
„ 418. „ *armatum* (BORGERT). T.-St. 229. Dickwandige Form in Frontalansicht.
„ 419. „ „ „ T.-St. 229. Dünnwandige Form mit zweikerniger Centralkapsel. Farben nach einer WOLTERECK-schen Skizze.
„ 420. „ „ „ T.-St. 229. Dickschalige Form. Farben wie in Fig. 419.
„ 421. „ *trinacriae* (LOHMANN). T.-St. 43.
„ 422. *Challengerosium avicularia* n. sp. T.-St. 220.
„ 423. „ *Bethelli* (JOHN MURRAY). T.-St. 237. Varietät mit wenigen Randstacheln.
„ 424. „ „ „ „ T.-St. 218. Stachellose Varietät.
„ 425. *Entocannula infundibulum* HAECKEL. T.-St. 237.
„ 426. *Porcupinia cordiformis* HAECKEL. T.-St. 98. Peristomzähne nach HAECKEL ergänzt.
„ 427. *Pharyngella gastrula* HAECKEL. T.-St. 41.
„ 428. *Challengerosium Bethelli* (JOHN MURRAY). T.-St. 227.



Fam. [illegible] Challengeridae.
113–114 Heliochallengeron channeri. 115 Lateral... 116 [illegible] 117 Challengeron ... sacculus
118–120 Ch. armatum. 121 Ch. tetracanthum. 122 Challengeron ... 123, 124, 128 Ch. bethelli.
125 Entocannula infundibulum. 126 Porcupinia cordiformis. 127 ... gastrula.

Tafel LII.

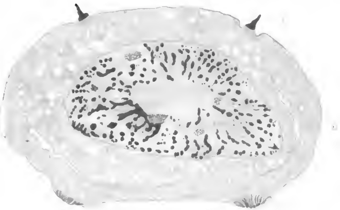
Tafel LII.

Challengeridae.

Fig. 429. *Challengeria Naresi* (John Murray). T.-St. 121. Vergr. 450. Centralkapsel mit zwei Astropylen und zwei Parapylen.

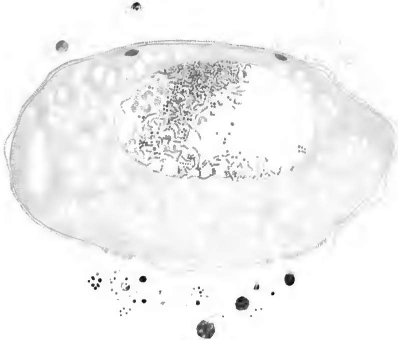
„ 430. „ „ „ „ var. *ovalis*. T.-St. 121. Vergr. 450. Junge Centralkapsel mit provisorischer Centralkapselhülle, Kern in der Telophase. Darüber ein Stück der noch häutigen Schale.

129





130



Taf. LII. Challengeridae.
129-130 Challengeria Naresi.

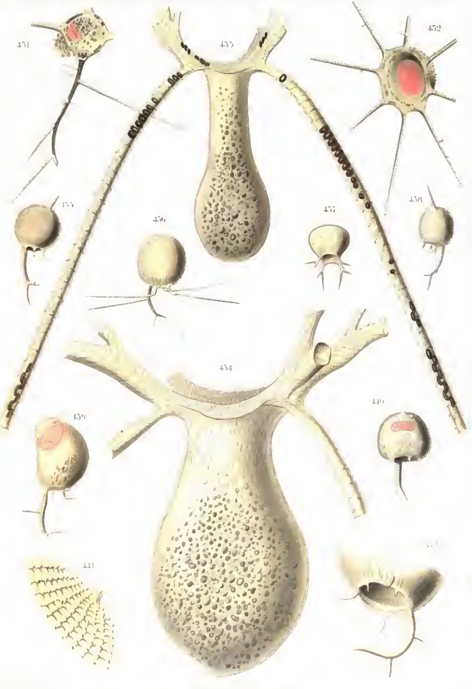
Tafel LIII.

Tafel LIII.

Medusettidae.

Sämtliche Figuren, außer 441 und 442, sind bei gleicher Vergrößerung (210) gezeichnet.

Fig. 431. *Medusetta* sp. T.-St. 190.
„ 432. *Gazelletta Schleinitzi* HAECKEL. T.-St. 55.
„ 433. *Atlanticella bicornis* n. sp. T.-St. 55.
„ 434. „ *morchella* n. sp. T.-St. 215.
„ 435. *Euphysetta elegans* BORGERT. T.-St. 27. Größere, kugelige Varietät.
„ 436. „ *Lucani* BORGERT. T.-St. 32. Kugelige Varietät.
„ 437. *Medusetta inflata* BORGERT. T.-St. 217.
„ 438. *Euphysetta elegans* BORGERT. T.-St. 48. Kleinere, eiförmige Varietät.
„ 439. „ *Lucani* BORGERT. T.-St. 26. Eiförmige, ungleich-gekrümmte Varietät.
„ 440. „ *amphicodon* HAECKEL. T.-St. 16. ? Mit Sporen.
„ 441. „ „ „ T.-St. 16. Schalenstück.
„ 442. „ *Lucani* BORGERT. Peristom. T.-St. 46. Vergr. unbestimmt.



431–442. Medusettidae.
431 Gazelletta sp. 432 Gazelletta Schleinitzi. 433 Atlanticella bicornis. 434 A. morchella.
435, 438 Euphysetta elegans. 436, 439, 442 Eu. Lucani. 437 Medusetta inflata. 440, 441 Euphysetta amphicodon.

Tafel LIV.

Tafel LIV.

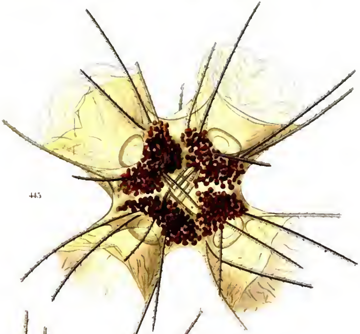
Medusettidae.

Fig. 443. *Nationaletta Valdiviae* n. sp. T.-St. 239. Vergr. 45. Centralkapsel (*c*) und Peristom mit Außenschale (*as*) in Seitenansicht.

" 444. " " n. sp. T.-St. 239. Vergr. 41. Das sattelförmige Peristom mit Außenschale in Frontalansicht. Unten (in der Figur) der unpaare Radialstachel.

" 445. " " n. sp. T.-St. 239. Vergr. 41.

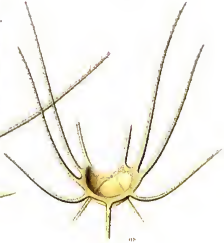
445



443



444



Taf. LIV. Medusettidae.
443–445 Nationaletta Valdiviae.

Tafel LV.

Tafel LV.

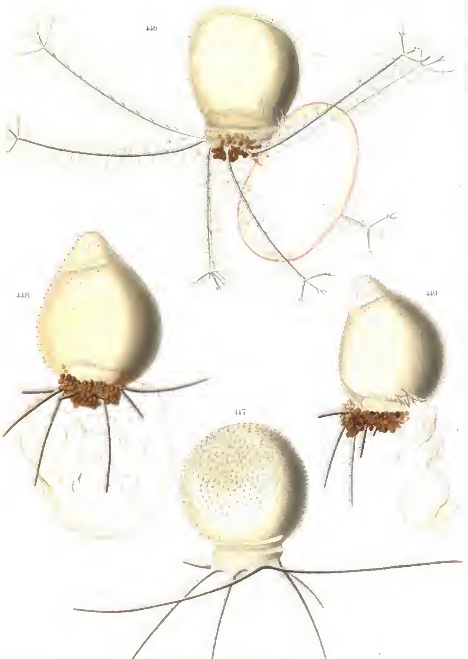
Medusettidae.

Fig. 446. *Planktonetta atlantica robusta* n. subsp. mit ergänztem Weichkörper. Seitenansicht. An der „Hinterseite" das Floß. T.-St. 228. Vergr. 41.

„ 447. „ „ *verrucosa* n. subsp. schräg von vorn. Das Diaphragma ist etwas geöffnet. T.-St. 149. Vergr. 41.

„ 448. „ „ *pyriformis* n. subsp. Von vorn. T.-St. 174. Vergr. 41.

„ 449. Dasselbe Exemplar in Seitenansicht. Vergr. 41.



Taf. LV. *Medusettidae.*

446 Planktonella atlantica robusta. 447 Pl. atlantica verrucosa. 448, 449 Pl. atlantica [illegible]

Tafel LVI.

Tafel LVI.

Medusettidae.

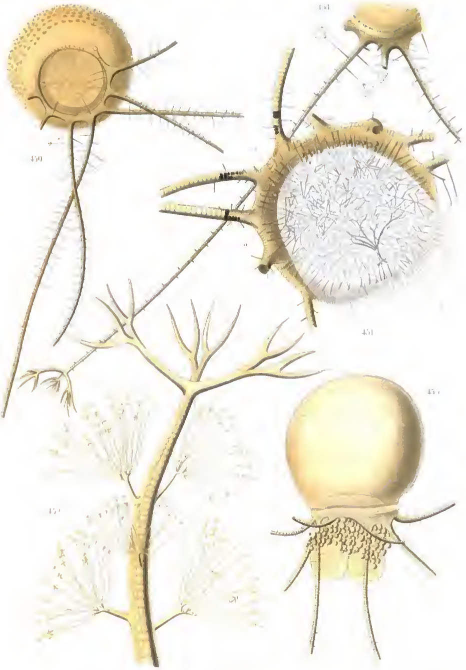
Fig. 450. *Planktonetta atlantica verrucosa* n. subsp. T.-St. 149. Vergr. 41. Dasselbe Exemplar wie in Fig. 447 (Taf. LV), von unten. Diaphragma etwas geöffnet.

" 451. " " *robusta* n. subsp. T.-St. 215. Vergr. 50. Ansicht von unten. Das Phäodium vom Floß überlagert. Unter demselben ist das intraphäodiale Stützskelett sichtbar. Bei *a* die Randstifte, deren Verzweigungen das intraphäodiale Stützskelett bilden (sp. I Fowler's). Bei *b* das von der Innenfläche des Peristoms, bezw. dessen Grübchenzone zwischen den Stacheln des vordersten Paares entspringende Büschel von Fäden (sp. V Fowler's). Bei *c* das Bündel von Stützfäden, mittelst dessen der mittlere Teil des Flosses mit dem intraphäodialen Stützskelett in Verbindung steht (sp. IV Fowler's).

" 452. " " *pyriformis* n. subsp. T.-St. 14. Vergr. 420. Ende eines Radialstachels.

" 453. " " *robusta* n. subsp. mit 3 Centralkapseln. T.-St. 55. Vergr. 41. Hierzu der Frontalschnitt Fig. 459 (Taf. LIX).

" 454. *Gazelletta fragilis* Borgert. T.-St. 174. Vergr. 41.



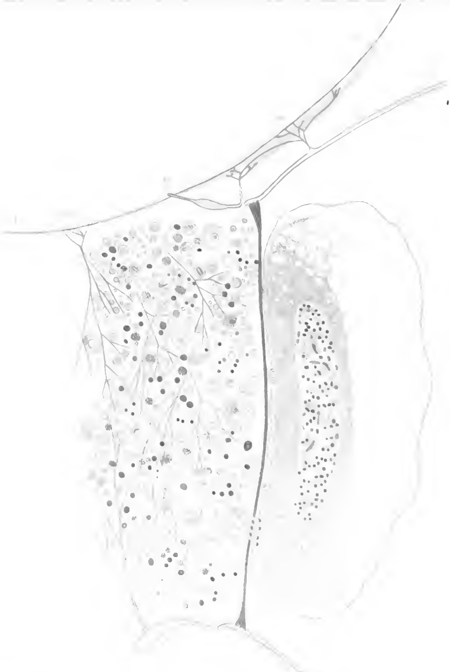
450 Planktonella atlantica verrucosa. 451, 453 P. atlantica robusta.
452 P. atlantica parvimonis. 454 Gazelletta fragilis.

Tafel LVII.

Tafel LVII.

Medusettidae.

Fig. 455. *Planktonetta atlantica* BORGERT. T.-St. 86. Vergr. 240. Medianschnitt, um 90° gedreht. Konservierung mit Chromosmiumessigsäure. *c* Centralkapsel (geschrumpft) mit Kern und zahlreichen Astropylen (in der Figur oben) und Parapylen (unten). *s* Schale. *gz*, *pz*, *hz*, *rz* Grübchenzone, Porenzone, helle Zone, Randzone an der Vorderseite des Peristoms (vergl. S. 287). *rst* Randstifte, von denen die Fäden des intraphäodialen Stützskelettes ausgehen (sp. I FOWLER's). *cst* centrales Bündel von Stützfäden, durch welche die Mitte des Floßes (*f*) mit dem intraphäodialen Stützskelett verbunden ist (sp. IV FOWLER's). *hst* häkchenförmige Stifte, welche den Hinterrand des Peristoms mit dem Floß verbinden (sp. II FOWLER's). *sst* Stützfäden, welche teils von der Hinterfläche der Schale, teils von der Porenzone des Peristoms entspringen und am Floß ausstrahlen (sp. III FOWLER's).



Taf. LVII. Medusettidae.
455 Planktonetta atlantica.

Tafel LVIII.

Tafel LVIII.

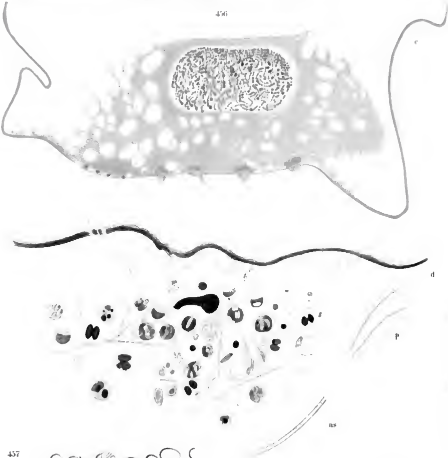
Medusettidae. Concharidae.

Fig. 456. *Nationaletta Valdiviae* n. sp. T.-St. 239. Vergr. 240. Medianschnitt durch ein Einzelindividuum. Alkoholkonservierung. *c* Centralkapsel. *d* Diaphragma; in demselben stecken (rechts) die Astropylen und (links) die röhrenförmigen „Oeffnungskegel" der Parapylen, während die „Bulbi" noch in der Sarkode der Centralkapsel haften. *p* Stück des Peristomrandes. *as* Stück der Außenschale.

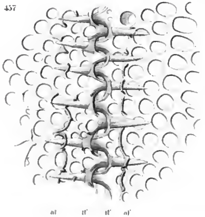
„ 457. Verzahnung der Halbschalen von *Conchoceras caudatum*, von innen. *af* äußere (zweite), *if* innere (erste) Führung. Vergr. 1170.

„ 458. Verzahnung der Halbschalen von *Conchidium rhynchonella*, von außen. Die linke Halbschale ist nur bis zur zweiten, äußeren Führung (*af*) vollständig verkieselt, während ihre Zähne noch ein vollkommen hyalines Aussehen zeigen. Vergr. 1170.

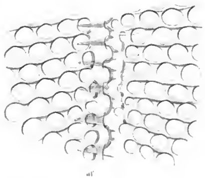
456



457



458



Taf. LXVIII. Medusettidae, Concharidae.
456 Nationaletta Valdiviae. 457 Conchoceras caudatum. 458 Conchidium rhynchonella.

Tafel LIX.

Tafel LIX.

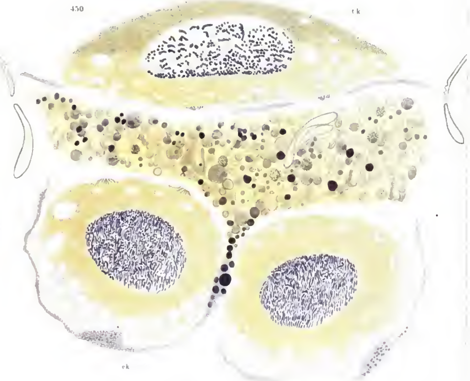
Tafel LIX.

Medusettidae. Concharidae.

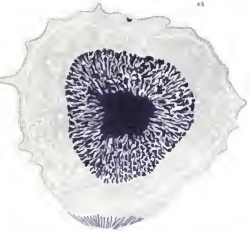
Fig. 459. Teilungsstadium von *Planktonetta atlantica* BORGERT. T.-St. 55. Vergr. 240. (Frontalschnitt durch das in Taf. LVI, Fig. 453 abgebildete Exemplar.) Formolkonservierung. *tk* innere Tochterkapsel. *ek, ek* die durch Teilung der äußeren Tochterkapsel entstandenen Enkelkapseln, von provisorischen Kieselhüllen umschlossen (vergl. Taf. LII, Fig. 430). Ihre Kerne befinden sich in der Telophase. An der linken Enkelkapsel sind 2 junge Astropylen zu bemerken. Das Diaphragma ist in Neubildung begriffen, ein intraphäodiales Stützskelett fehlt.

„ 460. Schnitt durch die Centralkapsel von *Conchopsis* sp. Vergr. 450. Sublimatkonservierung. Der Schnitt ist senkrecht zur Trennungsebene der beiden Halbschalen geführt und hat eine der nahe bei einander gelegenen Parapylen getroffen. Die andere ist nach einem benachbarten Schnitt ergänzt. Der Kern zeigt die Radstruktur.

459



460



Taf. LIX. Medusettidae, Concharidae
459 Planktonetta atlantica 460 Conchopsis sp.

Tafel LX.

Tafel LX.

Medusettidae. Concharidae.

Sämtliche Figuren, außer 461, sind mit gleicher Vergrößerung (176) angelegt.

Fig. 461. *Atlanticella bicornis* n. sp. Dasselbe Exemplar wie in Taf. LIII, Fig. 433. T.-St. 55. Vergr. 102.

„ 462. *Conchidium terebratula* HAECKEL. T.-St. 55.

„ 462a. „ „ „ Schalenhorn von der Schmalseite der Schale.

„ 463. „ „ *thecidium*. T.-St. 236.

„ 464. „ *rhynchonella* HAECKEL. Flächenansicht. T.-St. 226.

„ 465. „ „ „ Ansicht vom oralen Pol. T.-St. 226.

„ 466. „ „ „ Ansicht von der Schmalseite. T.-St. 226.

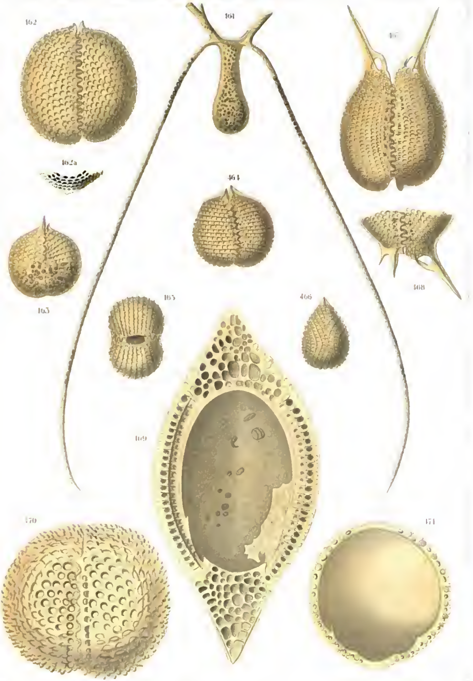
„ 467. *Conchoceras caudatum* HAECKEL. T.-St. 54.

„ 468. „ „ „ Aberratio. T.-St. 46.

„ 469. *Conchopsis pilidium* HAECKEL. Halbschale von innen. T.-St. 120.

„ 470. *Conchellium tridacna* HAECKEL. T.-St. 120.

„ 471. „ „ „ Halbschale von innen. T.-St. 173.



Taf. LX. Medusettidae. Concharidae.
161 Atlanticella bicornis. 162 Conchidium terebratula. 163 C. terebratula [illegible]
164–166 C. rhynchonella. 167, 168 Conchoceras caudatum. 169 Conchopsis pilidium. 170, 171 Conchellium tridacna.

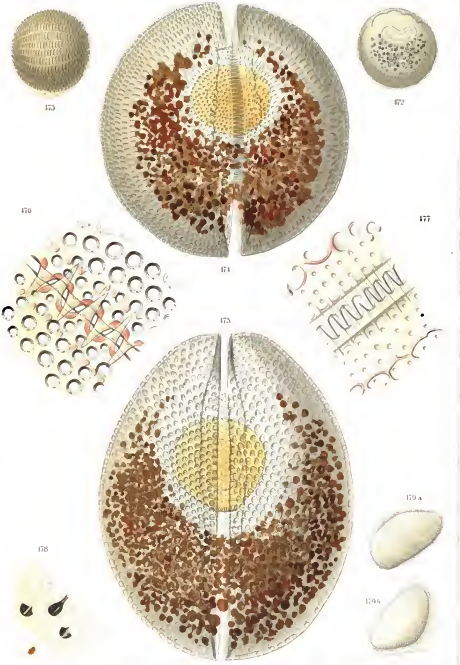
Tafel LXI.

Tafel LXI.

Tafel LXI.

Concharidae.

Fig. 472. *Conchophacus diatomeus* (HAECKEL). T.-St. 41. Vergr. 176.
" 473. *Conchocystis lenticula* (BORGERT). T.-St. 236. Vergr. 176.
" 474. *Conchopsis orbicularis* HAECKEL. T.-St. 173. Vergr. 176.
" 475. " *pilidium* HAECKEL. T.-St. 174. Vergr. 176.
" 476. Schalenverzahnung von *Conchellium tridacna* HAECKEL, von außen gesehen (die Führungen sind durchschimmernd zu denken). Vergr. 460.
" 477. Schalenverzahnung von *Conchopsis orbicularis* HAECKEL. Die Zähne erreichen die rudimentäre äußere Verzahnung der anderen Halbschale nicht. Vergr. 670.
" 478. Poren von *Concharium asymmetricum* n. sp. Vergr. 1170.
" 479. *Concharium asymmetricum* n. sp. T.-St. 182. Vergr. 176.



Taf. LXI. Concharidae.
172 Conchophacus diatomeus 173 Conchocystis lenticula 174, 177 Conchopsis orbicularis 175 C. pilidium 176 Conchellium tridacna 178, 179 Concharium asymmetricum

Tafel LXII.

Tafel LXII.

Concharidae.

Fig. 480. *Conchopsis orbicularis* HAECKEL. Poren, von außen gesehen. Vergr. 930.

„ 481. *Conchophacus diatomeus* (HAECKEL). Poren, von innen gesehen. Darunter 2 Doppelporen. Vergr. 930.

„ 482. *Conchopsis orbicularis* HAECKEL. Halbschale von innen. Vergr. 176.

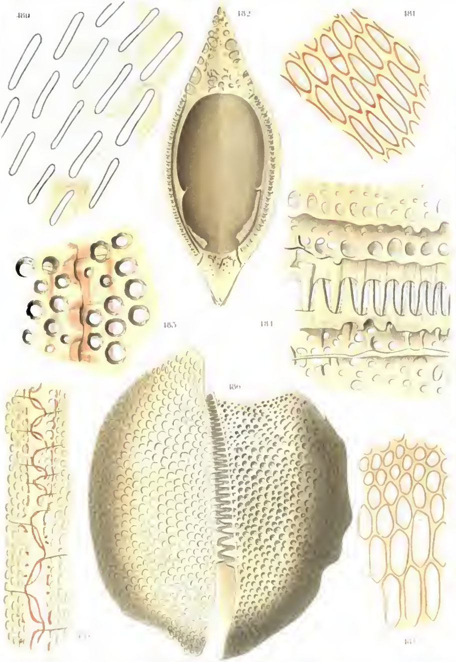
„ 483. *Conchellium tridacna* HAECKEL. Schalenverzahnung mit Doppelzahn. Von außen. Vergr. 460.

„ 484. *Conchopsis orbicularis* HAECKEL. Schalenverzahnung von innen. Vergr. 930.

„ 485. *Conchophacus diatomeus* (HAECKEL). Schalenverzahnung von innen. Vergr. 1170.

„ 486. *Conchopsis pilidium* HAECKEL, Monstrosität. T.-St. 88. Vergr. 176. In der linken, normal ausgebildeten Halbschale sind einfache rundliche Poren, in der rechten, abnorm entwickelten vorzugsweise ampullenförmige Poren.

„ 487. *Conchophacus diatomeus* (HAECKEL). Schlitzförmige Poren, von innen gesehen. Vergr. 930.



Taf. LXII. Concharidae.
480. 482. 484. Conchopsis orbicularis. 481, 485, 487. Conchophacus diatomeus.
483. Conchellium tridacna. 486. Conchopsis pilidium.

Tiefsee-Radiolarien.

Spezieller Teil.

Die Tripyleen, Collodarien und Mikroradiolarien der Tiefsee.

Bearbeitet von

Valentin Haecker.

Mit Tafel I—LXXXV und 102 Abbildungen im Text.

Mir selbst kamen weder Exemplare von *Conchonia* noch solche von *Coelodoras* zu Gesicht. Leider giebt auch Haeckel gerade von den wichtigsten Formen, nämlich von *Conchonia (Conchura) tetrodon*, *Coelodoras hexagraphis* und *octographis*, keine Abbildungen, so daß es nicht leicht ist, sich über ihre gegenseitigen Beziehungen ein klares Urteil zu bilden. Ich kann nur so viel sagen, daß die hornartigen Schalenanhänge der Conchariden, insbesondere die Caudalhörner von *Conchoceras*, Bildungen sind, die weder nach ihrer ganzen Struktur, noch nach der Art ihrer Insertion irgendwelche Uebereinstimmung mit den Radialstacheln der Cölodendriden und Cölographiden zeigen. Erstere sind solide, stachelartige Schalenfortsätze, welche nach Haeckel die Gestalt von vierseitigen Pyramiden haben oder, wie ich an meinen *Conchoceras*-Exemplaren (Taf. LX, Fig. 467) finde, in der Regel dreikantig oder besser dreiflüglig sind und welche also am ehesten noch mit den Radialstacheln mancher Acantharien zu vergleichen sind. Die Kanten oder Flügel setzen sich direkt in die Pfeiler der laternenartigen Stachelbasen fort, welch' letztere eine gewisse Aehnlichkeit mit den Basalkegeln der Radialstacheln anderer Tripyleen, z. B. von *Castanidium Moseleyi circoporoides* (Taf. XXXIX, Fig. 293) haben; ein Hohlraum ist im Innern der Stacheln nicht zu erkennen. Im Gegensatz dazu sind nun die Radialstacheln der Cölodendriden und Cölographiden hohle Röhren, welche in ihrem ganzen Bau und in der Art ihrer Verzweigung eine weitgehende Uebereinstimmung mit den Radialstacheln der Aulacanthiden und der später zu besprechenden Astracanthiden haben, und in ähnlicher Weise in die Galea eingepflanzt sind, wie die Radialstacheln der Aulosphäriden in die Knotenpunkte der Gitterschale. Es besteht also in keiner einzigen Hinsicht eine Uebereinstimmung zwischen den „Hörnern" der Conchariden und den Radialröhren der beiden anderen Gruppen, so daß es zunächst wohl kaum angängig erscheint, die letzteren von den ersteren genetisch abzuleiten.

Ein weiterer Punkt, in welchem nach Haeckel wenigstens die Species *Conchonia tetrodon* mit den Cölodendriden und Cölographiden übereinstimmt, betrifft die bereits erwähnte feine, unregelmäßige Bezahnung der Schalenränder. Es sollen diese Zähnchen gewissermaßen herüberleiten von den regelmäßig angeordneten Schloßzähnen der Conchariden zu den unregelmäßigen Dornenreihen, welche sich speciell bei einigen Cölographiden finden (vergl. Rep., Taf. CXXVII, Fig. 8). Ich habe bei einer ganzen Reihe von Cölodendriden und Cölographiden, und zwar stets am aboralen Schalenrande, diesen unregelmäßigen Dornenbesatz aufgefunden (vergl. z. B. Taf. LXX, Fig. 520; Taf. LXXI, Fig. 526, 527) und möchte nicht in Abrede stellen, daß ein Vergleich zwischen den Schloßzähnen der Conchariden und diesen Dornen naheliegt. Indessen glaube ich, daß auch diese Uebereinstimmung nicht schwerwiegend genug ist, um eine engere Zusammenstellung der beiden, in wesentlichen Punkten so verschieden gestalteten Formengruppen zu rechtfertigen.

Viel nähere Beziehungen, als zu den Conchariden, bestehen, namentlich was den Bau, die Verzweigungsweise und die radiäre Anordnung der Hauptskelettelemente anbelangt, zu den Aulacanthiden und den später zu besprechenden Astracanthiden. Man könnte wohl am besten ein *Coelodendrum* oder eine *Coelographis* mit einer *Aulacantha* oder *Astracantha* vergleichen, bei welcher die inneren Enden der Radialstacheln durch die Centralkapsel aus dem Centrum des Weichkörpers verdrängt worden sind und nachträglich in Gestalt der inneren Schalen und ihrer Helmaufsätze feste Stützpunkte erhalten haben. Dabei ist nicht einmal anzunehmen, daß die inneren, die Centralkapsel eng umschließenden Schalen innerhalb des Formen-

kreises der Tripyleen ein vollständiges Novum darstellen, vielmehr möchte ich es für wahrscheinlich halten, daß sie als Homologa der provisorischen (embryonalen) Kieselhüllen der Centralkapsel der Challengeriden und Medusettiden, speciell von *Challengeria Naresi* (Taf. LII, Fig. 430 *ps*) und *Planktonetta atlantica* (Taf. LIX, Fig. 459 *ek*) anzusehen sind.

Bei den Cölodendriden und Cölographiden finden wir also in eigenartiger Weise das statische und ernährungsphysiologische Problem gelöst, welches darin liegt, daß einerseits die Centralkapsel, andererseits die radiären Skelettstrukturen das Bestreben haben, die Weichkörpermitte einzunehmen. Es ist bekannt, daß in den verschiedenen Radiolariengruppen dieser Konkurrenz in verschiedener Weise Rechnung getragen wird: so sehen wir bei vielen Spumellarien, sowie bei den Acantharien die central gelegene Centralkapsel von den Radialstacheln durchbohrt; bei den Astracanthiden behaupten die radialen Skelettelemente das Centrum, und das Gleichgewicht wird durch Verdoppelung der Centralkapsel einigermaßen hergestellt (Taf. LXXII, Fig. 530); bei vielen dicystinen Aulacanthiden ist nicht nur die Centralkapsel dauernd in der Zweizahl vorhanden, sondern auch die Radialstacheln weisen eine ausgeprägt dicentrische Anordnung auf (Taf. III, Fig. 22); und bei *Cytocladus* lehnt sich die baumförmig verästelte Centralkapsel mit ihren Verzweigungen allseitig so eng an die radiären Skelettstrukturen an, daß beide Bildungen, abgesehen von dem centralen, den Kern einschließenden Teil der Centralkapsel, eine vollkommen gleichmäßige Verteilung innerhalb des Weichkörpers zeigen (Taf. LXXV, Fig. 539).

Bei den besprochenen engen Beziehungen, welche die Skelettstrukturen einerseits der Cölodendriden und Cölographiden, andererseits der Astracanthiden und Aulacanthiden zu einander zeigen, kann es nicht wunder nehmen, wenn sich sehr weitgehende Konvergenzen zwischen den beiden Gruppen herausgebildet haben. So erinnert z. B. *Coelanthemum aulocerroides* (Taf. LXVIII, Fig. 507) im ganzen Aufbau sehr an die Aulacanthiden-Gattungen *Auloceros* (Taf. III, Fig. 22) und *Aulokleptes*, oder, wenn man die äußere Gitterschale mit den subterminalen Astquirlen der Radialstacheln vergleichen will, an manche Formen der Gattung *Aulospathis*.

Wenn ich so eine nähere Zusammengehörigkeit der Conchariden mit den Cölodendriden und Cölographiden in Abrede stellen und für eine Spaltung der Haeckel'schen Abteilung der Phäoconchien in die Unterordnungen Phaeoconchia sens. strict. und Phaeodendria eintreten möchte, so bin ich umgekehrt dazu geführt worden, die beiden von Haeckel aufgestellten Familien der Cölodendriden und Cölographiden in eine einzige zu vereinigen.

Nach Haeckel würden nämlich die beiden Familien dadurch unterschieden sein, daß bei den Cölodendriden die Galea, d. h. der helmförmige Aufsatz der einzelnen Gitterschale, keine Rhinocanna oder „Nasenröhre“ besitzt, und daß demnach auch die „Frenula“, d. h. die Kieselbrücken, welche den oberen Rand der Nasenöffnung mit der Spitze der Galea verbinden, fehlen, während bei den Cölodendriden Nasenröhre und Frenula jederzeit vorhanden sind. Ein weiterer bedeutsamer Unterschied zwischen den beiden Haeckel'schen Familien besteht darin, daß bei den Cölodendriden die radialen Skelettelemente niemals zu „Griffelröhren“ (styles), d. h. zu geraden, stark verlängerten, mit gegenständigen oder wirtelständigen Seitenästen versehenen Hohlstacheln umgebildet sind, wie dies bei einzelnen Radialstacheln der Cölographiden der Fall ist (Taf. LXVI, Fig. 496), sondern stets die Gestalt von reich verzweigten, meist dichotomisch verästelten Bäumen haben (Taf. LXIII, Fig. 488). Nach Haeckel würde also die Aus-

bildung der Rhinocanna, der Frenula und der Griffelröhren Hand in Hand gehen, und das korrelative Auftreten dieser drei Differenzierungen würde für die Familie der Cölographiden charakteristisch sein.

Ich will gleich hier hinzufügen, daß HAECKEL in jeder der beiden Familien 2 Unterfamilien unterscheidet. Die Familie der Cölodendriden zerfällt danach in die beiden Gruppen der Cölodoriden und Cölodrymiden, von denen die ersteren Radialstacheln mit freien Endverzweigungen besitzen, während bei letzteren die Verästelungen der Radialstacheln miteinander anastomosieren und so eine äußere Gitterschale bilden. Die beiden Unterfamilien der Cölographiden, die Cölotholiden und Cöloplegmiden, lassen den gleichen Gegensatz erkennen, nur kommt als weiterer Unterschied noch hinzu, daß bei ersteren 2, bei letzteren nur ein Frenulum vorhanden ist.

Die eingehendere Untersuchung der verschiedenen bei den Cölodendriden vorkommenden Helmtypen einerseits und die Auffindung einiger neuer, intermediärer Formen andererseits haben mich nun zu dem Ergebnisse geführt[1]), daß erstens zwischen der einfachen Galea der Cölodendriden und dem kompliziert gebauten Helmaufsatz der Cölographiden eine ganze Reihe von Zwischenformen existiert, und zweitens, daß Rhinocanna und Griffelröhren keineswegs in einem strengen korrelativen Verhältnis zu einander stehen. In ersterer Hinsicht verweise ich auf die ausführliche Beschreibung weiter unten, in Bezug auf den zweiten Punkt sei gleich hier erwähnt, daß z. B. der schon in meiner ersten vorläufigen Mitteilung (1904, Fig. 1; vergl. Taf. LXIV, Fig. 492) abgebildete *Coelechinus wapiticornis* wohl eine typische Rhinocanna und 2 Frenula, dagegen keine Griffelröhre besitzt (Taf. LXX, Fig. 518—521) und demnach die Charaktere der Cölotholiden und der Cölodoriden, also einer zu den Cölographiden und einer zu den Cölodendriden gehörigen Gruppe, in sich vereinigt. Aus diesen Gründen sehe ich mich veranlaßt, die beiden HAECKEL'schen Familien der Cölodendriden und Cölographiden in einer einzigen zu vereinigen, da sich zwischen ihnen keine scharfe Abgrenzung vornehmen läßt.

12. Familie. Coelodendridae (sens. lat.).

Coelodendrida, HAECKEL 1862, + *Coelographida*, HAECKEL 1887.

Tripyleen mit zweiklappiger, dünnwandiger, unregelmäßig gegitterter Schale. Jede Schalenklappe mit einem bügel- oder helmförmigen Aufsatz (Galea), welcher als Postament für die Radialstacheln dient (Taf. LXIII, Fig. 488, und Taf. LXIV, Fig. 492). Letztere sind entweder als reich verzweigte, dichotomisch verästelte „Dendriten“ oder als stark verlängerte, mit gegen- oder wirtelständigen Seitenästen versehene „Griffelröhren“ ausgebildet (Taf. LXVI, Fig. 496). Die Enden der Dendriten sind entweder frei (Fig. 492) oder anastomosieren miteinander und bilden in diesem Fall eine zweite, äußere Gitterschale (Taf. LXV, Fig. 494). Die Centralkapsel füllt fast vollkommen den Raum zwischen den Schalenklappen aus, das Phäodium zeigt entweder die gewöhnliche Anordnung in der Umgebung der Astropyle (Taf. LXVIII, Fig. 507), oder ist mehr oder weniger im ganzen Weichkörper zerstreut (Taf. LXIII, Fig. 488, 489), oder vorzugsweise im Inneren der Galeae enthalten (Taf. LXXI, Fig. 528).

In Bezug auf die **Größe** begegnen wir auch bei den Cölodendriden sens. lat. beträchtlichen Unterschieden. Die kleinsten Formen sind *Coelodendrum ramosissimum* mit einem Durch-

1) Vergl. V. HAECKER, 1907.

messer von 0,5 bis 1,8 mm (Taf. LXIII, Fig. 488), *C. spinosissimum* mit einem solchen von 1,5 bis 2,2 mm, sowie eine kleine *Coelographis*-Art (*C. pusilla*, Taf. LXIX, Fig. 515), deren Gitterschale einen längsten Durchmesser von nur 1 mm besitzt, wozu dann noch die Länge der überragenden Teile der Nasalgriffel mit 0,7 mm hinzukommt. Auf der anderen Seite haben die größten mir vorliegenden Exemplare von *Coelographis regina* eine Länge von 5,5 mm, gemessen von der Spitze der Nasalstacheln bis zur Mitte des aboralen Schalenrandes, und noch bedeutend größere Dimensionen werden von den Cölotholinen mit ihren extrem verlängerten Griffelröhren erreicht. So besitzt der Körper von *Coelothyrsus cypripedium* (Taf. LXV, Fig. 494) allerdings nur eine Höhe von 3 und eine Breite von 3,5 mm, aber die abgebrochenen Griffelröhren sind auf den am besten erhaltenen Präparaten 7 mm lang und dürften diese Länge in Wirklichkeit wohl bedeutend überschreiten. Haeckel giebt wenigstens für andere Cölotholinen aus den Gattungen *Coelotholus*, *Coelothauma* und *Coelothamnus* als Distanz zwischen den gegenüberliegenden Stachelspitzen 20—32 mm an, also Längen, die auch von den Stacheln der größten Tuscaroriden nicht erreicht werden.

Hinsichtlich des Zusammmenhanges zwischen Größe und Vertikalverbreitung ist nur so viel zu erwähnen, daß die kleineren *Coelodendrum*-Arten, insbesondere *C. ramosissimum* und *spinosissimum*, sehr häufig in den Schichten des Knephoplanktons noch oberhalb des 200 m-Horizontes angetroffen wurden, während das 2—2,5 mm große *C. furcatissimum* erst in Tiefen von 250 m an gefischt wurde. Es decken sich diese Befunde mit der bei den Tripyleen allgemein gemachten Erfahrung, daß innerhalb engerer Verwandtschaftsgruppen die kleinsten Formen am höchsten gehen, die größeren dagegen tiefere Horizonte bevorzugen. Daß derartige Verhältnisse übrigens nur innerhalb engerer Formenkreise Gültigkeit haben, scheint auch durch die Cölodendriden bestätigt zu werden. So wurde von Bütschli der einen Durchmesser von 1½ cm aufweisende *Coelothamnus Davidoffii* in der Bucht von Villafranca an der Oberfläche geschöpft, und ebenso giebt Haeckel von einer Reihe von größeren Formen ein oberflächliches Vorkommen an. Da es sich wenigstens im ersteren Falle um einen ganz sporadischen Fund in einem gut durchforschten Meeresteile handelt, so ist es freilich nicht ganz ausgeschlossen, daß das betreffende Exemplar nur zufällig an die Oberfläche emporgetrieben war und daß die Species normalerweise, wie nach ihrer Größe zu erwarten ist, in bedeutenderen Tiefen vorkommt.

Die **Gestalt** des Skelettes und des durch die Endbildungen desselben gestützten Weichkörpers ist bei den kleineren, mehr oberflächlich vorkommenden *Coelodendrum*-Arten kugelig oder leicht ellipsoidisch (Taf. LXIII, Fig. 488), während in den übrigen Gattungen, welche mindestens zum großen Teil in beträchtlicheren Tiefen zu Hause sind, sehr verschiedengestaltige, entweder mehr oder weniger seitlich zusammengedrückte, bilateral-symmetrische oder ausgesprochen sternförmige Skelettformen sich vorfinden (Taf. LXIII, Fig. 489; Taf. LXVIII, Fig. 507, u. a.).

Speciell bei den seitlich zusammengedrückten, bilateral-symmetrischen Formen erhebt sich die Frage, wie dieselben im Raume orientiert sind. Haeckel (Rep., p. 1747) nimmt speciell für *Coelographis* und ähnliche Formen an, daß die Hauptachse und damit der Spalt zwischen den beiden Skelethälften eine senkrechte Lage einnehmen und daß die Astropylen, die Rhinocannen und die unpaaren Hauptgriffel (Nasengriffel) nach oben gerichtet seien. Ich möchte im Gegensatz hiezu die Auffassung vertreten, daß, ebenso wie dies für die Tuscaroriden und

Challengeriden mit großer Wahrscheinlichkeit, für die Medusettiden nahezu sicher anzunehmen ist, die Centralkapsel im oberen Teile des Tieres gelegen und demnach die Astropyle nach unten gerichtet ist (s. unten Textfig. 47). Danach ergiebt sich also speziell für die Gattungen *Coelographis*, *Coelodecas* und *Coeloplegma* die auch in Fig. 496 (Taf. LXVI) für *Coeloplegma murrayanum* angegebene Orientierung: d. h. der breitere, die Centralkapseln enthaltende und hauptsächlich von den paarigen „Hauptseitengriffeln" gestützte Teil des Tieres liegt oben, die schmälere, vom unpaaren „Nasengriffel" getragene Partie unten. Ich bin allerdings nur durch Analogieschlüsse auf diese Orientierung geführt worden und, da über die relativen Gewichtsverhältnisse der einzelnen Teile nichts bekannt ist, außer stande, zwingende Gründe anzuführen, es mag aber nicht unerwähnt bleiben, daß eine Reihe von technisch gebildeten Persönlichkeiten, denen ich die Formen vorlegte, ausnahmslos und ohne Besinnen die Zeichnung in die angegebene Lage brachten. Ist die hier angenommene Orientierung richtig, so würden die genannten Cölographiden nach ihrer ganzen Gestalt und ihren statischen Verhältnissen mit einigen schildförmigen Tuscaroriden, *Tuscarantha Braueri triangula* (Taf. XXVII, Fig. 210) und *Tuscarilla scutellum* (Taf. XXVI, Fig. 203), zu vergleichen sein.

Von der Voraussetzung aus, daß die Centralkapsel im oberen Teile des Tieres gelegen und mit ihrer Astropyle nach unten gerichtet ist, würde man auch bezüglich der Orientierung der übrigen bilateral-symmetrischen Formen zu übereinstimmenden Vorstellungen gelangen. Insbesondere würde das beilförmige *Coelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 489) und die verschiedenen *Coelodiceras*-Arten (Taf. LXIV, Fig. 493) auf der einen Seite und *Coelothyrsus* (Taf. LXV, Fig. 494) auf der anderen Seite so zu orientieren sein, daß die langen Griffel nach unten gerichtet sind. Es mag gleich hierbei bemerkt werden, daß die eben genannten Formen hinsichtlich ihrer allgemeinen Gestalt interessante Konvergenzbildungen darstellen, während allerdings hinsichtlich der Anordnung der einzelnen Skeletteile tiefgreifende Unterschiede bestehen. Bei *Coelodendrum flabellatum* und bei den *Coelodiceras*-Arten schneidet nämlich die den Schalenspalt enthaltende Spaltebene den Körper des Tieres in einem kleinsten Schnitt, der speciell n der Fig. 489 (Taf. LXIII) senkrecht zur Zeichnungsebene liegt, und die beiden schräg nach abwärts gerichteten Flügel des Körpers werden je durch einen unpaaren Nasengriffel gebildet. Bei *Coelothyrsus* (Taf. LXV, Fig. 494) dagegen schneidet die Spaltebene den Körper in einem größten Schnitt und fällt also in unserer Figur in die Zeichnungsebene. Die schräg nach unten gerichteten Flügel werden je durch ein Paar Hauptseitengriffel gebildet. Man wird angesichts dieser Gegensätze an den verschiedenen Bau erinnert, welche die linsenförmigen Concharíden zeigen: bei *Conchopsis* (Taf. LXI, Fig. 474, 475) enthält die Spaltebene den kleinsten Linsendurchmesser, bei *Conchophacus* (Fig. 472) und *Conchocystis* (Fig. 473) dagegen fällt sie mit der Aequatorebene der Linse zusammen.

Die Gegenüberstellung von *Coelodendrum flabellatum* und *Coelodiceras* einerseits und von *Coelothyrsus* andererseits zeigt beiläufig, daß die Anwendung der von Haeckel vorgeschlagenen promorphologischen Bezeichnungen bei unserer Gruppe auf Schwierigkeiten stößt. Haeckel (Rep., p. 1747) nennt speciell bei *Coelographis* und ähnlichen „amphitekten" Formen (Rep., p. XVII; vergl. Taf. LXVI, Fig. 496), wie bereits oben angedeutet wurde, den längsten, ungleichpoligen, durch die Astropyle und den aboralen Scheitel der Centralkapsel gelegten Durchmesser: Längs- oder Hauptachse, den gleichpoligen, die Scheitel der Galeae verbindenden: Sagittalachse

und den senkrecht zu beiden, im Schalenspalt gelegenen: Frontalachse. Die vertikale Spaltebene wird als Frontalebene, die gleichfalls vertikale, durch die unpaaren Nasalgriffel gelegte Ebene als Sagittalebene und die dritte oder Horizontalebene als Aequatorialebene bezeichnet. Die Schalenklappen werden als dorsal und ventral unterschieden. Es ist nun klar, daß diese der Wirbeltier-Morphologie entstammenden Bezeichnungsweisen bei ihrer Anwendung auf die vielgestaltigen Cölodendriden (sens. lat.) zu allerlei unliebsamen Konsequenzen führen würden, insbesondere würde die „Frontalebene" bei *Coelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 489) und *Coelodiceras* in einen kleinsten, bei den Cöloplegminen in den größten Durchmesser fallen. Ich ziehe es daher vor, von einer Spaltebene, Apikalebene und Astropylenebene zu sprechen. Die Spaltebene enthält den Schalenspalt, in die Apikalebene fallen die Apices der Galeae und die beiden Rhinocannen, und die Astropylenebene liegt parallel zum Operculum der Hauptöffnung der Centralkapsel.

Die Schalenklappen oder **inneren Schalen** der Cölodendriden sens. strict. und Cölographiden sind, wie schon HAECKEL angiebt, hemisphärisch oder etwas abgeflacht und voneinander durch einen Spaltraum getrennt, in welchem die Astropyle und die Parapylen gelegen sind. Für die Cölodendriden giebt HAECKEL an, daß die dünne, zerbrechliche Schalenwand von unregelmäßigen Poren durchsetzt oder aber von einem Netzwerk von Leisten bedeckt ist, in welch' letzterem Fall die zwischen den Leisten gelegenen Tüpfel (dimples) der Schale ein gefenstertes Aussehen verleihen. Bei den Cölographiden ist nach HAECKEL die Schale unregelmäßig gefenstert und am Rande häufig gezähnelt, zuweilen auch mit längeren Dornen ausgestattet.

Ich bin bei den Cölodendriden sens. strict. zu etwas abweichenden Ergebnisssen gelangt. Speciell bei *Coelodendrum (ramosissimum, spinosissimum* und *furcatissimum)* finden sich in den Schalen winzige Poren, welche im Kanadabalsam vielfach mit Luft gefüllt sind und sich so großenteils als geschlossene Räume erweisen, und dazwischen unregelmäßige, die Schalenwandung vollkommen durchbrechende Fensteröffnungen. Manchmal überwiegen die letzteren und bilden dann innerhalb größerer Schalenpartien ein förmliches Gitterwerk, welches durchaus an die Schalenstruktur der Conchariden und Castanelliden erinnert. Zuweilen finden sich, wie schon HAECKEL bemerkt, die gröberen Strukturen hauptsächlich in den peripheren Schalenpartien, während die centralen eine sehr dichte Punktierung zeigen. Nicht selten ist aber auch umgekehrt gerade der von der Galea bedeckte centrale Schalenteil besonders grob gefenstert, so daß keine Regel aufgestellt werden kann. Ganz ähnliche Strukturen fand ich in Uebereinstimmung mit der Beschreibung HAECKEL's bei den Cölographiden. Speciell bei den Gattungen *Coelodendrum* (Taf. LXXI, Fig. 527), *Coelodiceras* (Taf. LXIV, Fig. 493; Taf. LXXI, Fig. 526), *Coelechinus* (Taf. LXIV, Fig. 492; Taf. LXX, Fig. 520), *Coelographis* (Taf. LXIX, Fig. 514, 515; Taf. LXXI, Fig. 525), *Coeloplegma* (Taf. LXVI, Fig. 496) und *Coelanthemum* (Taf. LXVIII, Fig. 507) konnte ich auch die von HAECKEL erwähnten Randzähnchen feststellen. Jedoch besetzen dieselben nicht, wie dies HAECKEL bei *Coeloplegma murrayanum* (Rep., Taf. CXXVII, Fig. 8) abgebildet hat, die seitlichen Ränder der Halbschalen, vielmehr fand ich bei sämtlichen genannten Gattungen, einschließlich einiger Exemplare von *Coeloplegma murrayanum*, die Zähnchen stets nur am aboralem Schalenrand. Im Gegensatz zu den Conchariden, bei welchen die seitliche Anordnung der Zähnchen nur ein Auseinanderweichen der Schalenklappen in der Richtung der Apikalachse gewährt, scheinen demnach die Schloßzähnchen der Cölodendriden auch ein Aufklappen der Schalen am oralen Pole zu gestatten.

Ueber die Möglichkeit, daß die inneren Schalenklappen der Cölodendriden den provisorischen (embryonalen) Kieselhüllen anderer Tripyleen homolog sind, wurde schon oben (S. 338) gesprochen.

Der helmförmige Schalenaufsatz oder die **Galea** zeigt im ganzen die nämliche Schalenstruktur, wie die Halbschalen selber. In der Regel finden sich nebeneinander kleine, im Kanadabalsam mit Luftperlen gefüllte Porenräume und größere fensterartige Durchbrechungen. Bei einigen Formen, z. B. bei *Coelodendrum spinosissimum* (Taf. LXX, Fig. 523) und *flabellatum*, weist die Galea, abgesehen von einigen Porenfenstern, längliche oberflächliche Grübchen auf, dieselben sind in Längsreihen angeordnet, welche von der Basis der Galea gegen den Nasalgriffel konvergieren und der Galea ein eigentümlich borkiges oder auch „gemasertes" Aussehen verleihen.

Außer den fensterartigen Durchbrechungen, welche teils die Wandung der Galea selber durchsetzen, teils in dem die Galea tragenden centralen Schalenteil gelegen sind, besitzt nun die Galea in der überwiegenden Zahl der Fälle eine besondere, gegen die Astropyle gerichtete Oeffnung, welche speciell bei den Cölographiden in eine kürzere oder längere, vielfach den oralen Schalenrand erreichende Röhre ausgezogen ist (Taf. LXXI, Fig. 525). Diese als Nasenrohr oder Rhinocanna bezeichnete Bildung spielt im Haeckel'schen System eine sehr wichtige Rolle, insofern sie das Unterscheidungsmerkmal der Familie der Cölographiden gegenüber den einer solchen Röhre entbehrenden Cölodendriden bildet.

Nun findet sich aber, wie bei der sonstigen großen Uebereinstimmung der Cölodendriden sens. strict. und der Cölographiden vorauszusehen war, schon innerhalb der ersteren Gruppe eine ganze Reihe von Vorstufen, welche Schritt für Schritt zu den Rhinocanna-Bildungen von *Coelographis* und anderer hochspecialisierter Gattungen hinüberführen, so daß von einer einigermaßen scharfen Abgrenzung beider Gruppen keine Rede sein kann. Die einfachsten Verhältnisse fand ich bei sehr kleinen Exemplaren von *Coelodendrum ramosissimum* (Taf. LXVIII, Fig. 508; Taf. LXIX, Fig. 512). Hier bildet die Galea einen schmalen, quer zur Hauptachse gelegenen Wulst oder Bügel, welcher in der Mitte am höchsten ist und dessen Basis an der aboralen Seite vielfach eine kleine Einbuchtung aufweist. An der Aboralseite des Bügels fand ich bei solchen Exemplaren stets eine Reihe kleiner, dicht über der Schalenklappe gelegener Fensteröffnungen, welche durch schmale Pfeiler voneinander getrennt sind und so eine arkadenähnliche Anordnung zeigen. Auch an der Basis der Oralfläche können einzelne größere oder kleinere Oeffnungen auftreten (vergl. R. Hertwig, Taf. X, Fig. 12a), dagegen ist bei diesen kleinsten Individuen eine eigentliche Hauptöffnung an der Oralseite des Bügels nicht wahrzunehmen. Bei allen größeren Individuen von *Coelodendrum ramosissimum*, ferner bei *C. spinosissimum*, *furcatissimum*, *lappaceum* und *flabellatum* ist die Galea an der Oralseite in der Regel steiler, nicht selten sogar überhängend, ihre aborale Abdachung dagegen ist flacher und an der Basis vielfach eingebuchtet. Auch hier findet man, speciell bei den 3 erstgenannten Arten, an der Basis der in solchen Fällen eingebuchteten Aboralseite in der Regel die vorhin erwähnten Arkaden, welche bald eine regelmäßigere Form haben (Taf. LXIX, Fig. 511), bald unregelmäßiger angeordnet sind und in diesem Fall gruppenweise von bogenförmigen Verstärkungsleisten überwölbt sein können (Taf. LXVIII, Fig. 509). An der Oralseite befindet sich dagegen bei allen genannten Formen eine große, weite Thorbildung, welche schon hier als Nasenöffnung bezeichnet werden mag (Taf. LXVIII, Fig. 510).

Bei einigen Exemplaren von *Coelodendrum spinosissimum* (Taf. LXX, Fig. 523) und *flabellatum* (Tab. LXIII, Fig. 489) kann man ferner bei Seitenansicht des Bügels am oberen Rande der Nasenöffnung einen wulstartigen Vorsprung der Galeawandung erkennen, die erste Andeutung einer Nasenröhre. Weitere Uebergangsstufen habe ich bei *Coelodiceras macropylum* (Taf. LXXI, Fig. 526) und *Coelotetraceras xanthacanthum* (Taf. LXVII, Fig. 499), sowie bei einer kleinen *Coelodecas*-Art, *C. pumilio* (Taf. LXIX, Fig. 514) angetroffen. Bei allen diesen Formen ist die Wandung der Galea an der verhältnismäßig sehr weiten und hohen Nasenöffnung krempenartig vorgezogen, so daß eine Art Thorbogen zu stande kommt. Speciell bei *Coelotetraceras* ist der Rand der Rhinocanna mit der Außenfläche der Galea durch ein paar unregelmäßige, gefensterte Kieselbrücken verbunden, welche als Vorstufen der gleich zu besprechenden Frenula gelten können, und etwas stärker finden wir diese Bildungen bei *Coelodiceras macropylum* entwickelt.

Etwas abweichende Verhältnisse fand ich bei einer *Coelodrymus*-Art, bei welcher die Oral- oder Stirnfläche der im ganzen pyramidenförmigen Galea großenteils von einem dreieckigen, gefensterten Vorbau eingenommen wird, welcher der Rhinocanna anderer Formen entspricht und an seiner Basis die kraterförmige Nasenöffnung trägt (Taf. LXX, Fig. 522).

Innerhalb der Gattungen *Coelodecas* und *Coelodiceras* sehen wir sodann die Umbildung des Thorbogens zur rohrförmigen Rhinocanna fortschreiten, insbesondere ist schon bei dem nächsten Verwandten von *Coelodiceras macropylum*, bei *Coelodiceras spinosum* eine eigentliche, wenn auch nur kurze, schnauzenartige Rhinocanna ausgebildet (Taf. LXIV, Fig. 493). Auch bei einigen anderen Formen, z. B. *Coelanthemum aulocerroides* (Taf. LXVIII, Fig. 507), ist an der noch sehr steilen Galea eine verhältnismäßig kurze und weite, schnauzenartige Rhinocanna angebracht. In dem Maße aber, als die orale Partie der Galea mehr und mehr amboßartig vorgezogen wird, zieht sich auch die Nasenöffnung zu einer echten Nasenröhre oder Rhinocanna aus, d. h. zu einer engen, cylindrischen oder dreiseitig-prismatischen Röhre, welche sich an den Außenflächen der Schalenklappe bis an ihren oralen Rand oder bis in die Nähe desselben erstreckt. Bei allen genannten Formen ist ferner die Oeffnung des Nasenrohres mit der Vorderfläche der Galea durch dünne Kieselbrücken verbunden, welche von Haeckel als Frenula bezeichnet worden sind. Ich kann die Angabe Haeckel's bestätigen, daß die Zahl dieser Frenula bestimmt ist durch die Anordnung der von der Galea entspringenden Griffelröhren. In allen Fällen, in welchen ein unpaarer Nasengriffel zur Ausbildung gelangt ist, also bei der Haeckel'schen Unterfamilie der Cöloplegmiden und ebenso bei der neuen Gattung *Coelodiceras*, ist nur ein einziges Frenulum vorhanden, welches den oberen Rand der Nasenöffnung mit der Basis des Nasengriffels verbindet (z. B. Taf. LXIX, Fig. 515). In den Fällen dagegen, in welchen ein Nasengriffel fehlt und die paarigen Hauptseitenröhren als Hauptskelettelemente entwickelt sind, sind 2 Frenula festzustellen, welche sich vom oberen Rand der Nasenöffnung gegen die Basen der Hauptseitenröhren hinziehen. Dies ist der Fall bei der Haeckel'schen Unterfamilie der Cölotholiden, sowie bei der neuen Gattung *Coelechinus* (Taf. LXX, Fig. 519, 520).

Ueber die Bedeutung der Rhinocanna und ihrer Frenula wird weiter unten Näheres zu berichten sein. Was die Funktion der Galea selber anbelangt, so dient sie in erster Linie zweifellos als Postament für alle oder wenigstens für die meisten und wichtigsten radiären Skelettelemente. Es muß daher, um Genaueres über die Funktion der Galea und über ihre mit der Funktion zusammenhängenden Gestaltsveränderungen ermitteln zu können, zunächst

eine kurze Uebersicht über die **radiären Skelettteile** vorausgeschickt werden. Dieselben haben durchweg die Gestalt von beiderseits geschlossenen, meist reich verzweigten Röhren, welche mit ihrem inneren, weiten Ende der Wandung der Galea oder der Schalenklappe selber eingepflanzt sind. Es erinnern diese Gebilde, was den ganzen Bau, sowie die Art ihrer Verzweigung und Insertion anbelangt, am meisten an die Radialröhren der Aulacanthiden und Astracanthiden. Auch mit den radiären Skelettelementen der Medusettiden haben sie manche Aehnlichkeit, namentlich was die Beschaffenheit der Terminaläste und der mit Ankerfädchen ausgestatteten Seitenbäumchen anbelangt (vergl. z. B. Taf. LXVI, Fig. 497 mit Taf. LVI, Fig. 452), dagegen sind sie, wie bereits früher bemerkt wurde, mit den „Hörnern" der Concharidcn wohl schwerlich zu vergleichen.

Schon HAECKEL hat nun weiter darauf aufmerksam gemacht, daß die radiären Skeletteile zwei verschiedene Haupttypen zeigen. Auf der einen Seite stehen baumförmige, meist ziemlich regelmäßig dichotomisch verzweigte Röhren, deren Stamm sich in der Regel kurz oberhalb der Basis vollkommen in seine Verzweigungen auflöst, und deren Endverzweigungen sämtlich in einer gleichmäßig sphärischen oder ellipsoidischen Fläche endigen (Taf. LXIII, Fig. 488): es sind dies die „brushes" bei HAECKEL, die d i c h o t o m e n R ö h r e n bei LANG oder, wie ich sie kurz nennen möchte, die baumförmigen Radialstacheln oder D e n d r i t e n. Solche Dendriten finden sich bei sämtlichen Formen entwickelt, und zwar kommen sie bald ausschließlich, bald neben dem zweiten Haupttypus vor. Letzterer wird repräsentiert durch stark verlängerte, das allgemeine Niveau des Weichkörpers mehr oder weniger überragende „G r i f f e l r ö h r e n" („styles" bei HAECKEL), welche in ihrem basalen Abschnitt gewöhnlich mit dendritenartigen Seitenästen, in ihrem distalen Teil mit zierlichen, Ankerfädchen tragenden Bäumchen besetzt und am Ende mit besonderen Terminalbildungen ausgestattet sind (Taf. LXVI, Fig. 496). Diese Griffelröhren sollen nach HAECKEL ausschließlich bei den Cölographiden, und zwar mit Dendriten vergesellschaftet, vorkommen. Dies trifft indessen nicht vollkommen zu, vielmehr treten, wie wir sehen werden, die nämlichen Gebilde auch bei den die beiden HAECKEL'schen Familien verbindenden, intermediären Gattungen *Coelodiceras* und *Coelotetraceras* auf (Taf. LXIV, Fig. 493; Taf. LXVII, Fig. 499).

Eine Zwischenstellung zwischen den Dendriten und den Griffelröhren nehmen die stark verlängerten Postnasalgriffel von *Coelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 489*pn*) ein, insofern sie bezüglich der Verzweigungsweise mit den ersteren, hinsichtlich der Verlängerung des Stammes mit letzteren übereinstimmen. Auch sonst sieht man zuweilen, daß bei den verschiedenen Individuen derselben Art an der nämlichen Stelle bald Dendriten, bald Griffelröhren auftreten können. So fand ich bei *Coelographis antarctica* neben zahlreichen Individuen, welche die typischen 6 Griffel von *Coelographis* aufwiesen (Textfig. 42 *n*, *hs*), an den nämlichen Stationen vereinzelte Exemplare von vollkommen übereinstimmendem Gesamthabitus, bei denen jeweils der erste Hauptast (*hs'*) der paarigen aboralwärts gerichteten Hauptseitengriffel in mehr oder weniger ausgeprägter Weise seinerseits zum Griffelcharakter überging, so daß die betreffenden Exemplare den Habitus von *Coelodecas* zeigten (Textfig. 41). Umgekehrt findet man, wie wenigstens aus einer Abbildung HAECKEL's (Rep., Taf. CXXVII, Fig. 1) hervorgeht, Exemplare von *Coeloplegma murrayanum*, bei denen an Stelle der sekundären Nasalgriffel (Taf. LXVI, Fig. 496 *n'*) nur Dendriten stehen, so daß also auch *Coeloplegma* durch Zwischenformen mit *Coelodecas* verbunden ist.

Auch bei einem Exemplar von *Coelotetraceras xanthacanthum* konnte ich eine hierher gehörige, in diesem Falle mehr monströse Abweichung feststellen, insofern einer der Tertiäräste des aboralen Dendriten zu einem schwachen Griffel umgebildet war.

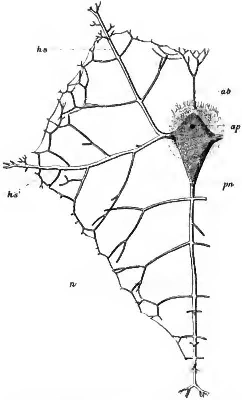


Fig. 41. *Coelographis antarctica* n. sp. Uebergang zum *Coelodecas*-Typus. *n* Nasengriffel, *pn* Postnasaldendrit, *ap* Apikaldendrit, *ab* Aboraldendrit. *hs* und *hs'* primärer und sekundärer Seitengriffel. T.-St. 142.

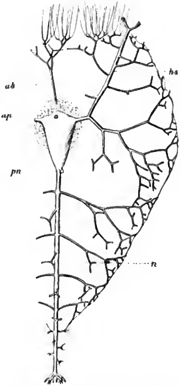


Fig. 42. *Coelographis antarctica* n. sp. Gewöhnlicher Typus. Bezeichnungen wie in Fig. 41. T.-St. 142.

Was ferner die Zahl und Stellung der Radialröhren anbelangt, so seien zunächst die Angaben Haeckel's in kurzem wiederholt. Nach Haeckel weisen die Radialröhren der Cölodendriden (sens. strict.) im Verhältnis zu denen der Cölographiden beträchtliche Unregelmäßigkeiten nach Anzahl, Ursprungsstelle und Anordnung auf, und ihre gegenseitige Stellung ist infolge des Mangels eines Nasenrohres sehr schwer zu bestimmen. In den meisten Fällen hat

Haeckel 3 oder 4 Radialröhren, seltener 5 oder 6 und sehr selten 7 oder 8 gefunden. Als einfachstes und wahrscheinlich ursprünglichstes Verhältnis betrachtet er die Entwickelung von drei Röhren, von welchen er unter Hinweis auf die Nassellarien die beiden paarigen, vorderen als pectorale, die unpaare, hintere als Caudalröhre bezeichnet. In den meisten Fällen sei diese unpaare Röhre vom Ursprung an gegabelt, so daß 2 divergierende Röhren, eine vordere und eine hintere, vom Scheitel der Galea entspringen. Seltener sind nach Haeckel auch die 2 paarigen oder pectoralen Röhren an der Basis gegabelt, so daß dann 3 Paare von Röhren von jeder Galea ausgehen, und noch seltener sind an jeder Galea 4 gesonderte Röhren oder 4 Paare von Röhren vorhanden, wobei außer den drei Ecken der dreieckigen Galea auch deren Scheitelpunkt als Insertionspunkt dient.

Bei den Cölographiden findet Haeckel im Minimum ebenfalls 3 Röhren, welche er den 3 primären Röhren der Cölodendriden (sensu str.) und den 3 primären Stacheln der Nassellarien homolog setzt und demgemäß als Pectoral- und Caudalröhren bezeichnet. Die paarigen Pectoralröhren sind gewöhnlich in Griffel verlängert und entspringen stets von der Galea (vergl. z. B. bei *Coelographis antarctica*, Textfig. 42 *hs*), dagegen ist die Caudalröhre stets als Dendrit (brush) ausgebildet und kann auch hinter der Galea von der Schalenklappe selbst seinen Ursprung nehmen (vergl. Textfig. 42 *ab*). Während diese 3 primären Röhren konstant auftreten und nach Haeckel wegen ihrer vermutlichen Beziehungen zu den 3 primären Skelettelementen der Cölodendriden und Nassellarien eine große morphologische Bedeutung haben, müssen alle anderen, speciell in der Unterfamilie der Cöloplegmiden vorkommenden Röhren als sekundäre Apophysen betrachtet werden, weil sie nur bei einzelnen Gliedern der Familien auftreten. Im Maximum können nach Haeckel jederseits 11 Röhren entwickelt sein, wovon die 5 unpaaren hintereinander in der Mittellinie der Galea bezw. der Schalenklappe selbst inseriert sind: A. die primäre Caudalröhre (Textfig. 42 *ab*); B. eine procaudale Röhre; C. eine Sagittalröhre (Textfig. 42 *ap*); D. eine Postnasalröhre (Textfig. 42 *pn*); E. eine Nasalröhre, welche gegen den oralen Schalenpol gerichtet ist und ganz vorn am Scheitel der Galea ihren Ursprung nimmt (Textfig. 42 *n*). Als paarige Elemente können auftreten: F. die nach vorn, d. h. oralwärts gerichteten Pectoralröhren (Taf. LXVI, Fig. 496 *n'*); G. die in der „Frontalachse (vergl. S. 342) oder nahe derselben gelegenen Frontal- oder Lateralröhren (Fig. 496 *hs'*; Textfig. 41 *hs'*); H. die nach hinten gerichteten (bei allen Cöloplegmiden konstant auftretenden) Tergalröhren (Fig. 496 *hs*; Textfig. 41 und 42 *hs*). Die Anordnung der verschiedenen Röhren ist eine sehr wechselnde, insofern sie bei nahe verwandten Species sich als ganz selbständige Bildungen darstellen oder (paarweise) von einer gemeinschaftlichen Basis entspringen können. „Ein näherer Vergleich derselben in den verschiedenen Species wird ihre, durch konstante Vererbung bedingte Homologie erkennen lassen."

Im Gegensatz zu der Darstellung Haeckel's habe ich auch bei den Cölodendriden sens. strict., abgesehen von kleineren individuellen Unregelmäßigkeiten, wie sie übrigens auch bei den Cölographiden vorkommen, ziemlich konstante Zahlen- und Anordnungsverhältnisse gefunden, und da, wie oben bereits hervorgehoben wurde, die große Mehrzahl der Formen regelmäßig eine der Rhinocanna homologe Nasenöffnung besitzt, so war es auch möglich, die Frage nach der Homologie der einzelnen Radialröhren in befriedigender Weise zu lösen. Es läßt sich vor allem zeigen, daß die beiden vom Scheitel der Galea dicht nebeneinander ent-

springenden, unpaaren Röhren meist eine ungleich starke Ausbildung aufweisen, und daß die stärkere in der Regel oral, also in den Fällen, in welchen eine Nasenöffnung vorhanden ist, über der letzteren gelagert ist (Taf. LXIII, Fig. 488 *n*). Nur bei *Coelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 489) zeigt nicht die direkt über der Nasenöffnung gelegene, sondern die nächstfolgende Röhre eine besonders starke Entwickelung. Aus einem Vergleich dieser Verhältnisse mit der Anordnung der Radialröhren bei den Cölographiden ergiebt sich nun in unzweideutiger Weise, daß die orale, unpaare Radialröhre (Fig. 488, 489 *n*) der Cölodendriden sens. strict. der Nasalröhre, die aborale (Fig. 488, 489 *pn*) dagegen der Postnasalröhre der Cölographiden homolog zu setzen ist, daß sie also nicht, wie Haeckel angiebt, der Caudalröhre der Cölographiden entsprechen. Sie sollen daher im folgenden ebenfalls als **Nasal- und Postnasalröhre** bezeichnet werden. Ferner ergiebt sich aus einem Vergleich aller verschiedenen Vorkommnisse, insbesondere unter Berücksichtigung einiger neuer Formen der „Valdivia"-Ausbeute, daß die paarigen pectoralen Röhren (Fig. 488, 489 *hs*) der Cölodendriden sens. strict. den Tergalröhren der Cölographiden homolog sind. Um Mißverständnisse zu vermeiden, sollen diese einander entsprechenden Gebilde als **Hauptseitenröhren**, beziehungsweise da, wo sie zu Griffeln umgebildet sind, als Hauptseitengriffel bezeichnet werden.

Schon innerhalb der Gattung *Coelodendrum* und ebenso bei einigen zwischen den Cölodendriden sens. strict. und den Cölographiden stehenden Gattungen kommen zu den eben genannten Radialröhren noch einige weitere hinzu, welche offenbar zum Teil den übrigen, von Haeckel (s. oben S. 348) bei den Cölographiden aufgefundenen Skelettelementen homolog sind. So sind z. B. bei *Coelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 489; Taf. LXXI, Fig. 527, 529), bei welchem die Postnasalröhre eine bedeutende Verlängerung erfahren hat und so eine erste Vorstufe zur Griffelbildung darstellt, außer der Nasal- und Postnasalröhre noch 2 weitere unpaare Röhren entwickelt: ein kurzer, unverzweigter, wellenförmig gekrümmter Fortsatz, welcher sich auf der Aboralfläche der Galea zwischen den beiden Hauptseitenröhren erhebt und durchaus den Charakter eines rudimentären Gebildes trägt (Fig. 527, 529 *ap*), und ein etwa doppelt so langer, die Weichkörperoberfläche ebenfalls nicht erreichender, wenig verzweigter Dendrit, welcher am aboralen Rande der Galea auf der Schalenklappe entspringt und, die Verlaufsrichtung des Nasalstachels ungefähr fortsetzend, direkt aboralwärts gerichtet ist (*ab*). Der vordere dieser beiden Fortsätze dürfte den Sagittalröhren in der Haeckel'schen Terminologie entsprechen und mag, um eine unzweideutige Bezeichnung einzuführen, als **Apikalröhre** (Apikaldendrit) bezeichnet werden; der hintere ist zweifellos homolog der Caudalröhre Haeckel's (vergl. Rep., Taf. CXXVII, Fig. 8 g^{6}) und soll die Bezeichnung **Aboralröhre** (Aboraldendrit) führen.

Ein Aboraldendrit findet sich auch bei *Coelodiceras spinosum* (Taf. LXIV, Fig. 493 *ab*) und *C. macropylum* (Taf. LXXI, Fig. 526 *ab*), bei welchen im übrigen nur eine der beiden nasalen Röhren entwickelt ist (*n*). Bei einem Exemplar von *C. macropylum* (Fig. 526) fand ich außerdem in der Nähe des Aboraldendriten ein einzelnes, asymmetrisch gelegenes Stäbchen, welches mit der Procaudalröhre Haeckel's verglichen werden kann und wohl am besten als **Präaboralröhre** (Präaboraldendrit) zu bezeichnen ist.

Auch in der Gattung *Coelothyrsus* (Taf. LXV, Fig. 495; Taf. LXXI, Fig. 524) sind hintereinander Präaboraldendrit und Aboraldendrit (Fig. 524 *pab*, *ab*) zur Entwickelung gelangt, während

sich bei der neuen Gattung *Coelechinus* (Taf. LXIV, Fig. 492; Taf. LXX, Fig. 520) nur ein einziger, aber sehr mäßig entwickelter und den Hauptseitendendriten an Stärke nahezu gleichkommender Aboraldendrit vorfindet.

Die größte Zahl von radiären Skelettelementen findet sich, wie schon HAECKEL gezeigt hat, in der Unterfamilie der Cöloplegminen. Hier tritt zu den Nasal-, Postnasal-, Hauptseiten- und Aboralröhren regelmäßig noch eine dem Scheitel der Galea eingepflanzte **Apikalröhre** (Apikaldendrit, Taf. LXIX, Fig. 515; Taf. LXXI, Fig. 525 *ap*) hinzu, und außer den bisher aufgezählten radiären Skelettteilen, welche direkt der Galea oder dem aboralen Abschnitt der Schalenklappe selber eingepflanzt sind, können noch die stärkeren Seitenäste der Nasal- und Hauptseitengriffel unter entsprechender Veränderung ihrer Verlaufsrichtung und Uebergang zur Griffelbildung mehr oder weniger den Charakter und die Funktion der primären Radialröhren annehmen. Die einfachsten Verhältnisse weist die Gattung *Coelographis* auf, bei welcher die ganze Garnitur an Radialröhren aus Nasalgriffel, Postnasaldendrit, Apikaldendrit, Aboraldendrit und 2 Hauptseitengriffeln besteht (Textfig. 42; Taf. LXXI, Fig. 525). An *Coelographis* reiht sich die Gattung *Coelodecas* an, bei welcher je der erste Ast der Hauptseitengriffel, sowie die Gattung *Coeloplegma*, bei welcher auch die beiden ersten Aeste des Nasalgriffels zu Griffelröhren umgewandelt sind (Taf. LXVI, Fig. 496 *hs'*, *n'*). Ich möchte für diese Bildungen an Stelle der HAECKEL'schen Bezeichnungen: Pectoral- und Frontalröhren (s. oben S. 347) die Ausdrücke **sekundäre Nasalgriffel** und **sekundäre Seitengriffel** in Vorschlag bringen.

Indem auch andere Sekundär- und Tertiäräste sich zu Griffeln differenzieren, kommen die prachtvollen Skelettformen der übrigen Cöloplegmiden zu stande. Die höchste bisher bekannte Zahl von Griffeln wird von dem in der „Valdivia"-Ausbeute erstmals gefundenen *Coelanthemum auloceroides* (Taf. LXVIII, Fig. 507) erreicht, bei welchem die Nasalröhre in vier, jede der Hauptseitenröhren in fünf Griffel gespalten ist, so daß der Weichkörper von im ganzen achtundzwanzig radial gerichteten und regelmäßig verteilten Griffelröhren durchsetzt ist. Mit dieser Vermehrung der radiären Skelettelemente ist eine Rückkehr zur sphärischen Körperform vollzogen, und die Gattung *Coelanthemum* ist demnach auf Umwegen schließlich zu dem nämlichen Ziele gelangt, welches die mit ihr konvergenten Formen aus den Gattungen *Auloceros* und *Aulospathis* (Taf. II, Fig. 20; Taf. VIII, Fig. 87, u. a.) auf direkte Weise erreicht haben.

Nach diesen vorbereitenden Bemerkungen über Form, Zahl und Anordnung der Radialröhren mögen nunmehr die mit der **Funktion** zusammenhängenden **Gestaltsveränderungen der Galea** genauer besprochen werden. Die einfachsten Verhältnisse finden sich bei den kleineren, sphärischen Formen der Gattung *Coelodendrum* (Taf. LXIII, Fig. 488; Taf. LXVIII, Fig. 508—510; Taf. LXIX, Fig. 511—512). Hier bildet die Galea, wie erwähnt, einen schmalen, quer zur Hauptachse gelegenen Wulst oder Bügel, der in seiner Mitte am höchsten und an der Basis seiner aboralen Abdachung vielfach etwas eingebuchtet ist. An der Basis der Aboralfläche des Bügels sind die früher beschriebenen arkadenähnlichen Fensteröffnungen gelegen, an der Basis der Oralfläche dagegen findet sich, wenigstens bei den größeren Formen, regelmäßig eine weite, halbmondförmige Nasenöffnung (z. B. Fig. 510). Die so gestaltete Galea trägt nun bei allen von mir genau untersuchten Exemplaren speciell von *Coelodendrum ramosissimum, spinosissimum* und *furcatissimum* vier Dendriten, von denen zwei in den Seitenecken, die beiden anderen dicht hintereinander in der erhöhten Mitte der Galea eingepflanzt sind. Erstere sind der oben vorgeschlagenen

Terminologie zufolge als Hauptseitenröhren (Hauptseitendendriten, *hs*) zu bezeichnen, von den letzteren ist der oralwärts, dicht über der Nasenöffnung gelegene, welcher sich näher der Basis zu gabeln beginnt und meist etwas reichlicher gegabelt ist, als Nasalröhre (Nasaldendrit, *n*), der aborale, schwächer entwickelte als Postnasalröhre (Postnasaldendrit, *pn*) zu unterscheiden. Es mag zunächst dahingestellt bleiben, ob wir das Recht haben, diese Anordnung von Galea und Radialröhren descendenztheoretisch als besonders primitiv und somit als Ausgangspunkt für die übrigen Typen anzusehen, jedenfalls kann bei diesen sphärischen Formen über die Funktion der Galea, sowie über die Bedeutung, welche den besonderen Anordnungsverhältnissen der Radialröhren zukommt, kein Zweifel bestehen. Erstere dient hier wohl noch ausschließlich als Postament für die Radialröhren, und zwar besteht ihre specielle Aufgabe in einer bestimmten Direktion der von den Radialröhren auf die Schalenklappe ausgehenden Druckwirkungen. Was nämlich zunächst die Zahl und Gesamtanordnung der 4 Radialröhren von *Coelodendrum* anbelangt, so sehen wir hier offenbar das Ziel verwirklicht, eine möglichst geringe Anzahl von Hauptstreben so zu verteilen, daß die von ihnen ausstrahlenden Endverzweigungen möglichst gleichmäßig das Oberflächenhäutchen des sphärischen oder schwach ellipsoidischen Weichkörpers unterstützen. Es ist sodann ohne weiteres zu erkennen, daß der Bau der Galea selbst und die Einpflanzung der radialen Skelettelemente eine solche ist, daß sämtliche von letzteren auf die Schalenklappe ausgeübten Druckwirkungen, mit Ausnahme der in die Apikalachse fallenden, sich gegenseitig aufheben. Die Druckverteilung ist also eine derartige, daß bei einer wechselnden Vergrößerung und Verkleinerung des Centralkapselvolumens, wie sie nach den Ergebnissen bei anderen Formen auch für die Cölodendriden, speciell bei der vertikalen Wanderung, angenommen werden muß, das Auseinanderweichen und Zusammentreten der inneren Schalenklappen im allgemeinen nur in der Richtung der Apikalachse vor sich geht und daß also eine unregelmäßige Verschiebung der Schalenklappen auf der Oberfläche der Centralkapsel vermieden wird.

Bei der Weiterentwickelung des einfachen wulst- oder bügelförmigen Galeatypus, wie er sich bei den kleineren, sphärischen *Coelodendrum*-Arten findet, haben nun offenbar zwei Faktoren die Hauptrolle gespielt, nämlich 1) die Gestaltveränderungen des Gesamtkörpers und 2) die Uebernahme einer Nebenfunktion ernährungsphysiologischer Art durch die Galea.

Schon früher wurde darauf hingewiesen, daß ebenso wie bei anderen Tripyleen, so auch bei den Cölodendriden und Cölographiden im Gegensatz zu den kleineren, meist sphärisch gestalteten Oberflächenbewohnern die in größeren Tiefen vorkommenden Formen zugleich mit der Zunahme des Volumens verschiedenartige Abweichungen von der Kugelgestalt erfahren. Insbesondere findet sich, offenbar im Interesse eines erhöhten Steig- und Sinkvermögens, bei zahlreichen Formen eine mehr oder weniger seitlich abgeplattete Gestalt, so besitzen z. B. *Coelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 489) und *Coelodiceras spinosum* (Taf. LXIV, Fig. 493) einen beil- oder schmetterlingsförmigen Weichkörperumriß, bei *Coelographis* und einigen nächstverwandten Gattungen herrscht die Gestalt einer seitlich zusammengedrückten Pyramide vor u. s. w.

Diese Veränderungen in der Gestalt des Gesamtkörpers werden ihrerseits durch eine ungleich starke Ausbildung einzelner radiärer Skelettelemente hervorgerufen. So kommt der schmetterlingsförmige Umriß des Weichkörpers von *Coelodendrum flabellatum* mit seinen flügelartigen Anhängen dadurch zu stande, daß der Stamm der Postnasaldendriten außerordentlich verlängert ist und

ihre zunächst dichotomische Verzweigung erst nahe der Peripherie ihren Anfang nimmt (Fig. 489 *pn*). Aehnliche Verhältnisse liegen bei der Gattung *Coelodiceras* vor, bei welcher die Verlängerung des Nasalstachels bereits mit einem Uebergang zum Griffeltypus verbunden ist (Fig. 493 *n*), und am weitesten ist die Umgestaltung des Weichkörpers auf Grund einseitiger Entwickelung einzelner Radialelemente bei der Unterfamilie der Cöloplegminen gediehen, innerhalb welcher, je nach der Zahl der griffelartig differenzierten Skelettelemente, alle Uebergänge von der Pyramidenform zur Sternform angetroffen werden.

Mit der einseitigen Entwickelung einzelner Radialröhren hängt nun die Umgestaltung der Galea aufs innigste zusammen. In zahlreichen anderen Tripyleengruppen sind, wie wir sahen, die Radialstacheln nicht direkt der Gitterschale eingepflanzt, vielmehr erheben sie sich entweder auf zeltförmigen Schalenaufsätzen oder auf kegelförmigen, meist von fensterartigen Poren durchbrochenen Ausstülpungen der Schalenwandung. Die Bedeutung aller dieser Bildungen, für welche einerseits die Sagosphäriden (Taf. XVII, Fig. 159), andererseits die Castanelliden (Taf. XXXIX, Fig. 293), Circoporiden (Taf. XXI, Fig. 178) und Tuscaroriden (Taf. XXX, Fig. 224) zahlreiche Beispiele liefern, liegt offenbar darin, daß ein von den Terminalbildungen des Radialstachels aufgenommener und durch seinen Schaft weitergeleiteter Druck oder Stoß durch die Basalzelte und Basalkegel möglichst gleichmäßig nach allen Seiten auf die Gitterschale verteilt wird. Ganz das nämliche findet sich aber bei den Cölodendriden und Cölographiden. Es zeigt sich, daß immer diejenigen Teile der Galea, welchen die am stärksten entwickelten Radialelemente aufsitzen, eine meist kegelförmige Erweiterung aufweisen, so daß die Gestalt der Galea im wesentlichen durch die Zahl und das gegenseitige Größenverhältnis der besonders differenzierten Radialstacheln bestimmt wird. Bei *Coelodendrum flabellatum* z. B. (Taf. LXIII, Fig. 489; Taf. LXXI, Fig. 527), bei welchem speciell der Postnasaldendrit eine bedeutende Verlängerung aufweist, ist die Galea nach der Oralseite schuppenförmig ausgezogen; bei *Coelothyrsus* (Taf. LXXI, Fig. 524) ist entsprechend der starken Entwickelung der paarigen Hauptseitengriffel der orale Teil der Galea amboßförmig vorgezogen und in der Mittellinie vielfach eingekerbt, so daß jeder der Griffel auf einer besonderen Wölbung aufsitzt; bei *Coelodrymus lanceolatus* (Taf. LXX, Fig. 522) finden wir die Galea ungefähr in gleichem Maße nach der Basis der Nasal- und der Hauptseitendendriten ausgezogen, während *Coelechinus* insofern ein interessantes Gegenstück hierzu bildet, als, entsprechend der gleichmäßigen Entwickelung der Hauptseiten- und des Aboraldendriten, die Galea eine breit abgestutzte, amboßartig vorgezogene Stirnkante und eine kegelförmig von der Schalenklappe abgehobene und durch einen oder mehrere besondere Pfeiler gestützte Aboralecke besitzt (Taf. LXX, Fig. 520). Bei den Cöloplegminen schließlich macht sich die ungleiche Entwickelung der einzelnen Radialelemente in ganz besonders charakteristischer Weise geltend (Textfig. 41, 42; Taf. LXIX, Fig. 515; Taf. LXXI, Fig. 525): der mächtig entwickelte Nasalgriffel (*n*), unterstützt durch den schwächeren Postnasaldendriten (*pn*), bewirkt eine sehr starke kegelförmige Verlängerung der Galea gegen die Oralseite, die weniger kräftig ausgebildeten Hauptseitendendriten (*hs*) sitzen ihrerseits etwas flacheren Erhebungen der Galea auf, und selbst der schwache Apikaldendrit (*ap*) scheint nicht ohne Einfluß auf die Bildung der Galea zu sein, so daß diese in Oberflächenansicht einen sehr charakteristischen, rautenartigen Umriß erhält (Textfig. 41, 42). Besondere Verhältnisse liegen schließlich bei *Coelodiceras macropylum*

(Taf. LXXI, Fig. 526) vor, bei welchem die im Vergleich zur Schalenklappe ungeheure Entwickelung der ganzen Galea das kegelförmige Auswachsen einzelner Stachelbasen überflüssig zu machen scheint.

Noch ein weiterer Punkt ist gleich hier zu besprechen, nämlich die augenscheinlich sehr engen statischen Beziehungen, welche zwischen der amboßartigen Vorwölbung der Galea und der Ausbildung der Rhinocanna bestehen. Einerseits wird nämlich offenbar durch die Vergrößerung der Nasenöffnung die Oral- oder Stirnfläche der Galea erheblich geschwächt, so daß eine kegelförmige Ausbildung der Stachelbasen um so notwendiger erscheint, andererseits dienen umgekehrt der umgekrempte Rand der Nasenöffnung und die von ihm nach der Stirnfläche der Galea ziehenden Kieselbrücken dazu, den vorgeschobenen Teil der Galea abzustützen und einen Teil des von den Griffeln aufgenommenen Druckes abzuleiten (Taf. LXXI, Fig. 524, 525).

Damit kommen wir auf den zweiten Faktor zusprechen, welcher bei der Weiterentwickelung der Galea aus dem einfachen, bügelförmigen zu dem ausgesprochen amboßförmigen Zustand eine Rolle spielt, nämlich die Uebernahme einer ernährungsphysiologischen Aufgabe.

Es ist hier in erster Linie auf die eigentümliche Verteilung der Phäodellen, d. h. der die Nahrungsteile einschließenden und verdauenden Sekrettropfen, im Weichkörper der Cölodendriden und Cölographiden hinzuweisen. In beiden Gruppen findet man, wie gleich hier vorausgeschickt werden soll, im Gegensatz zu den meisten übrigen Tripyleen, eine außerordentlich wechselnde Anordnung der Phäodellen. Speciell bei den Formen mit wohlausgebildeter Galea und Rhinocanna ist das Phäodium fast stets auf den Innenraum der Galea und auf die Oberflächenschicht des Weichkörpers (Taf. LXXI, Fig. 528) konzentriert, die Galea dient hier also offenbar als vorübergehendes Depot für die Phäodellen, und zwar weist das Vorhandensein einer Rhinocanna, also einer Verbindungsröhre zwischen Astropylengegend und Galeahöhle darauf hin, daß es sich bei der Aufbewahrung der Phäodellen in der Galeahöhle nicht um ein mehr zufälliges, sondern um ein durchaus regelmäßiges Verhältnis handeln muß, daß also hier eine bestimmte, mit der Verdauung im Zusammenhang stehende Cirkulation vorliegt, wie sie in ähnlicher Weise früher für *Phaeocolla valdiviae* (S. 8) beschrieben worden ist.

Die Galea hat demnach neben ihrer statischen Aufgabe noch eine zweite Funktion erhalten, nämlich die eines Depots für die Phäodellen, und man kann sich auch leicht eine Vorstellung betreffs des Weges machen, auf welchem die Galea zur Uebernahme dieser Funktion gelangt ist.

Wie die Radialstacheln der Cölodendriden und Cölographiden selber, so ist auch die ihnen als Postament dienende Galea im Interesse der Material- und Gewichtsersparnis nicht als massiver, sondern als hohler, dünnwandiger Körper zur Ausbildung gelangt. Das nämliche Interesse der Material- und Gewichtsersparnis erfordert es aber, daß der von der Galea eingenommene, mit der weitergehenden Specialisierung des Skelettes immer größer werdende Raum nicht unausgenützt bleibt, und so wird mehr und mehr, unter Ausbildung einer einzigen großen Nasenöffnung an Stelle der zahlreichen unregelmäßigen Fensterporen, dieser Raum den Phäodellen zugänglich gemacht. Die damit verbundene Schwächung der oralen Galeawandung wird nun kompensiert, zum Teil, wie wir gesehen haben, durch kegelförmiges Vorwachsen der Stachelbasen, zum Teil aber durch Ausbildung eines wulst- oder krempenartigen Thorbogens. Mehr und mehr wird

dann, ähnlich wie bei *Phaeocolla*, der Säftestrom in bestimmte Bahnen geleitet: die zunächst als Postament dienende Galea erhält neben ihrer ursprünglichen Bedeutung diejenige einer Verdauungshöhle, und um die Zuleitung des Säftestromes auf direktem Wege und in bestimmt gerichteter Weise zu regulieren, wird sie durch die stärker auswachsende Rhinocanna direkt mit der Astropylengegend, d. h. mit der Stelle, wo Nahrungspartikel und Kernsekrete zusammenstoßen, verbunden.

Es bleibt zum Schluß noch eine Besprechung der **peripheren Bestandteile des Skelettes** übrig.

Die Verzweigung der Radialröhren ist, wie schon früher erwähnt wurde, verschieden, je nachdem dieselben als Dendriten oder als Griffel ausgebildet sind. Die Dendriten sind fast stets dichotomisch verzweigt, und zwar bilden die Schwesteräste bei den einzelnen Species und an den einzelnen Gabelungsstellen sehr verschiedene Winkel, deren Betrag zwischen 30 und 120° schwanken kann. In der Gattung *Coelodendrum* beträgt die Zahl der Gabelungen in der Regel 4—9, die centralen sind streng dichotomisch, die peripherischen dagegen zeigen eine geringere Regelmäßigkeit (Textfig. 43; Taf. LXIII, Fig. 488). Auch bei *Coelodrymus* scheint die dichotome Verzweigung fast durchweg Regel zu sein, ebenso bei den Dendriten der mit Griffeln ausgestatteten Formen. Dagegen fand ich bei dem in der Antarktis für *Coelodendrum furcatissimum* vikarierenden *Coelechinus wapiticornis* sehr häufig schon an der ersten Gabelung der Hauptseitendendriten statt der Dichotomie eine Dreiteilung, wodurch eine derbere Beschaffenheit des gesamten Skelettes im Vergleich zu demjenigen von *Coelodendrum furcatissimum* bedingt ist (Taf. LXX, Fig. 518, 519, 521).

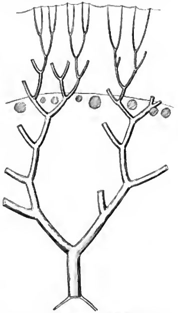


Fig. 43. *Coelodendrum furcatissimum* Haeckel. Mit zweischichtigem Weichkörper.

Die Griffelröhren tragen in ihrem basalen Abschnitt gewöhnlich dendritenförmige Seitenäste, welche einzeln oder paarweise angeordnet sind und ihrerseits zu Griffelröhren umgebildet sein können (Textfig. 41, 42; Taf. LXVI, Fig. 496). Gegen das distale Ende hin, welches mit besonders gestalteten Terminalästen ausgestattet ist, treten an Stelle der Dendriten bezw. Seitengriffel Seitenbäumchen auf, welche je einen Büschel von Ankerfädchen tragen (Fig. 496).

Die Endverzweigungen sowohl der primären, direkt der Galea aufsitzenden Dendriten, als auch der dendritischen Seitenäste der Griffelröhren enden in der einen Reihe von Formen, nämlich in den Haeckel'schen Unterfamilien der Cölodorinen und Cölotholinen, mit Spathillen oder winzigen Endkronen, welche in dem Oberflächenhäutchen der Calymma haften (Taf. LXIII, Fig. 488—491); in der anderen Formenreihe, nämlich in den Unterfamilien der Cölodryminen,

Cölothyrsinen und Cöloplegminen, stehen sie durch tangential verlaufende Anastomosen miteinander in Verbindung und bilden auf diese Weise eine äußere, aus unregelmäßigen polygonalen Maschen bestehende Gitterschale, welche ihrerseits mit ankertragenden Bäumchen besetzt ist (Taf. LXV, Fig. 494; Taf. LXVI, Fig. 496).

Während man die inneren Schalenklappen, wie früher ausgeführt wurde, am ehesten wohl mit den provisorischen (embryonalen) Kieselhüllen der Centralkapseln mancher Tripyleen vergleichen kann, stellen die äußeren Gitterschalen der Cölodendriden und Cölographiden anscheinend Bildungen dar, welche sich erst sekundär aus den radiären Skelettstrukturen herausentwickelt haben und am ehesten mit den subterminalen Astquirlen der Aulacanthidengattung *Aulospathis* (Taf. VII) oder mit den tangential oder rückwärts abgebogenen Terminalästen anderer Aulacanthiden, z. B. *Aulographis tetrastyla* und *arcuata* (Taf. I, Fig. 10 und 11) verglichen werden können.

Die äußere Gitterschale wird bei den Formen, welche Griffelröhren besitzen, von ihren mit Ankerbäumchen und Terminalbildungen versehenen distalen Enden überragt. An der Stelle, an welcher die Griffelröhren aus der äußeren Gitterschale hervortreten, finden sich dann in den meisten Fällen außerordentlich zierliche, glocken- oder domartige Bildungen, welche, morphologisch betrachtet, dadurch zu stande kommen, daß einzelne Verzweigungen der ersten Ankerbäumchen sich zurückbiegen und mit dem Maschenwerk der Schale in Verbindung treten (Taf. LXVI, Fig. 496; Taf. LXIX, Fig. 514 und 516), in funktioneller Hinsicht dagegen in die Kategorie der „Druckverteiler" zu rechnen sind. Ganz besonders schön tritt der morphologische und funktionelle Charakter dieser Dombildungen bei *Coelanthemum aulocerroides* (Taf. LXVIII, Fig. 507; Taf. LXIX, Fig. 516) hervor. Hier werden sie nur durch je ein einziges Paar Seitenbäumchen gebildet, ebenso wie auch die tangentiale Verbindung der Radialstacheln mit dem Maschenwerk der äußeren Gitterschale, sowie das von den inneren Stachelabschnitten an die Gitterschale herantretende Strebensystem nur durch je ein Paar gegenständiger Spangen gebildet wird.

Die ankertragenden Bäumchen sowohl der distalen Griffelabschnitte, als der Gitterschale zeigen in der Regel einen dichotomischen Aufbau und erinnern sehr an die bei den großen Medusettiden, insbesondere den Planktonetten, beschriebenen Ankerbäumchen. Die Ankerfäden selber weisen eine Reihe von specifischen Verschiedenheiten auf: bei *Coelodiceras*, *Coelotetraceras*, *Coelodrymus* und *Coelothyrsus* trägt das gerade oder wellig verlaufende Fädchen an seinem Ende 2 seitlich abgeplattete, schwach sichelförmig gekrümmte Haken, welche jederseits mit einer Reihe feinster Dornen ausgestattet sind (Taf. LXVII, Fig. 503). Speciell bei *Coelodiceras spinosum* ist unterhalb des Ankers noch eine Gruppe kurzer Zähnchen vorhanden, welche in derselben Ebene wie die Ankerhaken gelegen sind (Taf. LXVI, Fig. 497), während bei *Coelothyrsus* das wellig verlaufende Fädchen mit zahlreichen winzigen Dornen besetzt ist. Im Gegensatz zu den bisher genannten Formen finden sich bei manchen Cöloplegminen Ankerfäden mit mehr als 2 Endhäkchen, welche im ganzen an die entsprechenden Bildungen der Medusettiden erinnern.

Was den genetischen Zusammenhang zwischen den Ankerbäumchen und den gewöhnlichen Dendriten mit spathillentragenden Endverzweigungen anbelangt, so geben uns hierüber die Griffelröhren von *Coelodiceras macropylum* (Textfig. 44) Aufschluß. Hier sieht man nebeneinander kurze Dendriten mit Endspathillen (*a*), ferner solche, bei denen die Endzweige

bereits verlängert und verdünnt sind und am Ende einen Kranz von mehreren Endhaken tragen (*b*), und endlich typische Endbäumchen mit zweihakigen Ankerchen (*c*).

Was die Bedeutung der Ankerfäden bei den Cölodendriden betrifft, so sind dieselben, ebenso wie die entsprechenden Bildungen anderer Tripyleen, da sie im Calymma vollkommen eingeschlossen sind, sicherlich nicht als Fangapparate, sondern als federnde Stützapparate hauptsächlich der oberflächlichen Weichkörperschichten anzusehen.

Die Terminalbildungen der Griffel zeigen ebenfalls in der Regel einen ausgesprochenen dichotomischen Charakter. Ganz besonders ausgeprägt tritt derselbe bei *Coelodiceras spinosum* (Taf. LXIV, Fig. 493) und bei *Coelodecas ambulacrum* (Taf. LXVII, Fig. 503) hervor. Seltener zeigen die Endäste eine kronenartige Anordnung, so bei *Coelographis coronata* (Taf. LXVII, Fig. 504) und vielen Exemplaren von *Coelodecas antarctica* (Taf. LXVII, Fig. 500). Bei *Coelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 469) geht die dichotomische Verzweigungsart in eine einzeilige, fächerförmige über: die 4 paarweise angeordneten Hauptäste der Postnasalröhren tragen je 8—10 in einer Reihe angeordneter Terminaläste, und zwar liegen die Terminaläste aller 4 Hauptäste (mit alleiniger Ausnahme der 2 letzten, leicht nach außen gekrümmten Aeste) in einer und derselben Ebene, wie man an abgeschnittenen Röhrenenden bei Ansicht von oben leicht feststellen kann (Taf. LXIX, Fig. 517).

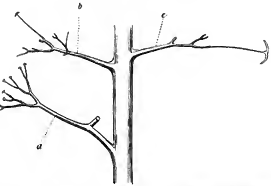


Fig. 44. *Coelodiceras macropylum* n. gen., n. sp. *a—c* Uebergang von den spathüllentragenden Seitendendriten zu Ankerbäumchen.

Die Gestalt der Endäste ist in der Regel fingerförmig, sie sind vielfach mit feinen Dornen besetzt und stützen mit ihren Endspathillen oder Endkronen, wie namentlich an gut konservierten Exemplaren von *Coelodendrum flabellatum* (Fig. 469) und verschiedener Cöloplegminen (Taf. LXVII, Fig. 503) mit Sicherheit erwiesen werden konnte, das Oberflächenhäutchen des Calymmas.

Bezüglich der **Entwickelung des Skelettes** weisen einige Funde mit Bestimmtheit darauf hin, daß die Vorgänge sich im wesentlichen ähnlich abspielen wie bei den Aulacanthiden. Es wurden mehrere Exemplare z. B. von *Coelographis regina* gefunden, welche noch ein vollkommen weiches, färbbares Skelett besaßen. Auch fanden sich Exemplare, bei welchen die Terminalbildungen die Form von kleinen, knospenartigen Ausstülpungen des Röhrenendes besaßen, in ähnlicher Weise, wie dies bei den Radialstacheln einiger *Aulospathis*-Exemplare (Taf. VI, Fig. 62) beobachtet wurde. Es weisen diese als erste Entwickelungsstadien oder auch als Entwickelungshemmungen zu deutenden Vorkommnisse darauf hin, daß die Terminalverzweigungen durch Sprossung der noch weichhäutigen Stachelanlagen ihre Entstehung nehmen.

Abnormitäten verschiedener Art finden sich auch bei den Cölographiden nicht selten vor. Schon früher wurde ein Exemplar von *Coelotetraceras xanthacanthum* mit überzähligem Griffel erwähnt. Hervorgehoben seien noch mehrere Individuen von *Coelodendrum lappaceum* mit geknickten und verbogenen Stachelästen, sowie eine Doppelbildung des Griffelendes bei einem Exemplar von *Coelographis regina* (Taf. LXVI, Fig. 498*a*).

In Bezug auf den **Weichkörper** hat zuerst Bütschli (1882) für *Coelothamnus Davidoffii* festgestellt, daß die ungemein ansehnlich entwickelte, ganz wasserklare Gallerte das gesamte Skelett bis zu den äußersten Spitzen der Strahlen umhüllt und sich mit jedem Strahl etwas über das Niveau der gemeinsamen Gallertkugel erhebt, so daß sie gleichfalls einen strahligen Bau zeigt. „Ihre Durchsichtigkeit ist so groß, daß bei der Untersuchung im Seewasser nichts von ihr zu bemerken war; sehr deutlich trat sie jedoch sofort hervor, als das Objekt in Karminlösung eingelegt wurde, da diese nun bis zu ihrer Oberfläche dringen konnte; bei längerem Aufenthalt in Karmin färbte sie sich lebhaft rot." In einem gewissen Widerspruch hiezu nimmt Haeckel für die Cölodendriden sens. strict. an, daß die äußeren Terminaläste, sowie die Ankerfädchen frei über die Oberfläche der Gallerte hervorragen, und zu derselben Ansicht ist er bezüglich der Griffelendkronen und der Ankerfädchen der Cölographiden gelangt.

Im Einklang mit Bütschli und im Gegensatz zu Haeckel kann ich für eine ganze Reihe von Cölodendriden sens. strict., ferner für mehrere Cöloplegmiden nachweisen, daß thatsächlich das ganze Skelett vom Weichkörper eingeschlossen ist, und daß das Oberflächenhäutchen des Calymmas von den Endverzweigungen der radialen Skelettelemente getragen und ausgespannt erhalten wird. Insbesondere konnte ich auch bei einem vorzüglich erhaltenen Exemplar von *Coeloplegma murrayanum* feststellen, daß auch die Ankerfädchen im Inneren der Gallerte gelagert sind. Denn der Abstand des extracalymmalen Sarkodehäutchens von der äußeren Gitterschale ist hier genau der Länge der Ankerfädchen gleich. Man kann daraus schließen, daß die Ankerchen selber in gewissen Kontraktionszuständen der Gallerte, und zwar wahrscheinlich bei minimaler Ausdehnung derselben, im Oberflächenhäutchen haften.

Bei mehreren Exemplaren von *Coelodendrum furcatissimum* fand ich innerhalb der Gallerte zwei konzentrische Schichten. Speciell bei dem in Textfig. 43 abgebildeten Exemplar reichte die äußere, vom extracalymmalen Oberflächenhäutchen umhüllte, nahezu wasserklare Schicht nach innen bis zur viertletzten Gabelungsstelle und ist hier im optischen Durchschnitt durch eine vollkommen scharfe Linie von der inneren, mit Karmin außerordentlich schwach färbbaren Schicht geschieden. Dicht unterhalb des die beiden Schichten trennenden Horizontes sind die Phäodellen locker verteilt. Ob es sich hier um künstliche oder natürliche Strukturverhältnisse handelt, wage ich an meinem Material nicht zu entscheiden.

Was im übrigen die Beschaffenheit des Calymmas anbelangt, so vermag ich, da mir selbst in Neapel keine lebenden Cölodendren zu Gesicht gekommen sind, keine eigenen Erfahrungen mitzuteilen. Nach R. Hertwig (1879, S. 99) sind bei den Cölodendren die Vakuolen weniger zahlreich als bei den Aulacanthen. Bei 2 lebenden Exemplaren von *Coelodendrum ramosissimum* beobachtete R. Hertwig ferner, daß die extrakapsuläre Sarkode auf der aboralen Seite in der Mitte zwischen den zwei Nebenöffnungen eine besondere Anordnung annahm, indem sie einen langgestreckten zuckerhutartigen Fortsatz erzeugte, welcher fein gestreift war, als sei er aus blassen Fibrillen zusammengesetzt (Textfig. 45). „Der Fortsatz bewegte sich sehr langsam, wie

tastend, verlängerte und verkürzte sich, während zugleich auf ihm zahlreiche farblose Körnchen auf und ab stiegen, wie sie in großen Mengen in der extrakapsulären Sarkode zirkulierten. Das Ende des Fortsatzes war abgerundet, von ihm entsprangen zuweilen feine pseudopodienartige Fädchen, die nach kurzer Zeit wieder eingezogen wurden." Das ganze Gebilde hält R. Hertwig seiner Struktur nach für eine, mit der „Sarkodegeißel" der Disciden vergleichbare Ansammlung feinster Protoplasmafäden. Es wird auf zukünftigen Expeditionen speciell bei lebenden Exemplaren der großen Tiefenformen das Augenmerk auf diese Dinge zu richten sein.

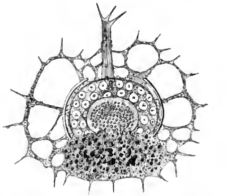


Fig. 45. Centralkapsel von *Coelodendrum ramosissimum* Haeckel. Nach R. Hertwig, 1879, Taf. X, Fig. 3.

Das Phäodium ist nach Haeckel bei den Cölodendriden sens. strict. sehr groß, drei- bis viermal so breit wie die Centralkapsel, welche von ihm gewöhnlich in ihrer vorderer Hälfte, häufig aber vollständig umhüllt wird. Haeckel giebt ferner an, daß häufig zahlreiche grüne, braune oder schwärzliche Phäodellen durch das ganze Calymma zerstreut sind und sich zuweilen in einer oberflächlichen Schicht anhäufen. Auch die Galeae seien gewöhnlich mit Phäodium angefüllt. Bezüglich der Cölographiden berichtet Haeckel ferner, daß das Phäodium nur einen kleinen Teil des Calymmas ausfüllt und gewöhnlich nur in den beiden Galeae und ihren Rhinocannen eingeschlossen sei.

Ich habe sowohl bei Cölodendriden sens. strict. als bei Cölographiden eine außerordentlich wechselnde Anordnung der Phäodellen beobachtet. Speciell bei *Coelodendrum furcatissimum*, von welchem mir die zahlreichsten Exemplare zur Verfügung stehen, fand ich bald die ganze Centralkapsel von einer dichten Masse von Phäodium umhüllt, bald waren die Phäodellen hauptsächlich in der Astropylengegend, sowie in den lobenartigen, von den Dendritenpaaren überwölbten centralen Weichkörperbezirken angehäuft. Wieder bei anderen Exemplaren waren die Phäodellen fast ausschließlich in der äußeren Weichkörperschicht unterhalb des Oberflächenhäutchens, bezw. (Textfig. 43) in der äußersten Schicht der inneren Weichkörperzone in lockerer Anordnung verteilt. Im Hinblick auf die verschiedene Quantität und Anordnung des Phäodiums, speciell bei den oberflächen- und tiefenbewohnenden Challengeriden, lag es nahe, zu untersuchen, ob vielleicht diese verschiedene Verteilungsweise der Phäodellen mit den Vertikalbewegungen der Tiere im Zusammenhang steht, jedoch war mein Schließnetzmaterial für die Entscheidung dieser Frage ungenügend, da die betreffenden Fänge sich auf zu große Intervalle erstreckten. Auch bei *Coelodendrum flabellatum* fand ich das Phäodium bald auf die Astropylengegend konzentriert, bald nahezu ausschließlich in der Oberflächenschicht verteilt (Taf. LXIII, Fig. 489).

Bei den Cölographiden fand ich die Phäodellen meist auf den Innenraum der Galea und auf die Oberflächenschicht des Weichkörpers konzentriert. Seltener fanden sich Anhäufungen

von Phäodellen in der Astropylengegend vor. Ueber die vermutliche Bedeutung der Galea als eines Verdauungsraumes wurde bereits oben gesprochen.

Was die Zusammensetzung des Phäodiums anbelangt, so wurden von bemerkenswerten Vorkommnissen bei einem Exemplar von *Coeloplegma murrayanum* im Inneren des Phäodiums ein paar leere Schalen einer Challengeride *(Protocystis tridens)* gefunden, bei einem Exemplar von *Coelodecas* ein *Cadium*-Gehäuse, ferner bei mehreren Exemplaren von *Coelodendrum furcatissimum* und *Coelechinus* neben den gewöhnlichen Nahrungskörpern (Diatomeen, Spumellarien) einzelne kleinere, von einem färbbaren Substanztropfen umhüllte Globigerinen. Challengeriden sowohl wie Globigerinen werden sonst nur in sehr seltenen Fällen als Einschlüsse des Phäodiums der Tripyleen angetroffen.

Die Centralkapsel der Cölodendriden besitzt, wie zuerst R. Hertwig (1879) festgestellt hat und wie ich auf Grund von Schnittserien bestätigen kann, die gewöhnliche Beschaffenheit und die typischen drei Oeffnungen der Tripyleen (Textfig. 45). Für die Hauptöffnung (von *Coelodendrum ramosissimum*) giebt R. Hertwig noch an, daß sie die Gestalt einer Brustwarze besitze und durch eine besonders lange Proboscis ausgezeichnet sei. Von den Nebenöffnungen wird gesagt, daß sie einen sehr schmalen und im Verhältnis ziemlich langen Oeffnungshals besitzen und die darunter befindliche homogene Stelle (der Bulbus) klein und wenig tingierbar sei. Meine Schnittpräparate zeigen, daß speciell bei *Coelodendrum furcatissimum* die Parapylen keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den Nebenöffnungen anderer Tripyleen aufweisen.

Im übrigen habe ich, wie ich in Ergänzung der Angaben von R. Hertwig und Haeckel anführen möchte, auf Schnitten durch die Centralkapsel von *Coelodendrum furcatissimum* nach Konservierung mit Chromosmiumessigsäure folgende Verhältnisse gefunden:

Die Centralkapselmembran erschien mir im Gegensatz zu der Darstellung Haeckel's stets einfach. In der intrakapsulären Sarkode können drei Schichten unterschieden werden: eine äußerste dünne Schicht, welche mitunter durch einen Spaltraum von der folgenden getrennt ist und in den seitlichen Partien der Centralkapsel eine einfache, in der Astropylengegend eine mehrfache Lage von dunkel färbbaren Substanztröpfchen einschließt; eine mittlere, am stärksten entwickelte Schicht mit sehr dichtgedrängten, großen Vakuolen, welche nur in dem Zwischenraum zwischen Astropyle und Kern fehlen; und eine innerste Lage, welche eine filzige Beschaffenheit aufwies. Manchmal erinnerten die tangential zur Kernoberfläche verlaufenden Streifen dieser Schicht einigermaßen an die intrakapsulären „Kanäle“ der Aulacanthiden und anderer Tripyleen. Die von Haeckel beschriebenen Kristalle, welche den Raum zwischen Astropyle und Kern einnehmen, habe ich nicht gefunden.

Der Kern zeigte bei keinem der von mir geschnittenen Exemplare einen ausreichenden Konservierungszustand. Das Centrum war von der grob-spongiösen, stark färbbaren Chromatinsubstanz ausgefüllt, die peripherischen Teile enthielten ein unregelmäßiges körniges, gelbbraunes Gerinnsel. Manchmal waren innerhalb des letzteren einige Schollen färbbarer Substanz erhalten: in diesen Fällen erinnerte das Aussehen der Kerne einigermaßen an die „Radstruktur“ im Kerne von *Aulacantha*.

Aehnliche Verhältnisse wie bei *Coelodendrum furcatissimum* fand ich auch auf Schnittpräparaten von einigen Exemplaren von *Coelographis regina*.

Vermehrung. In Bezug auf die Vermehrung liegt mir nur eine Beobachtung vor, nämlich ein zweikerniges Stadium von *Coelodendrum lappaceum*. Man wird wohl die Annahme machen dürfen, daß bei den Cölodendriden der Zweiteilung des Kernes eine Teilung der Centralkapsel und des ganzen Tieres und eine Regeneration des Halbskelettes in jedem Halbtier folgt.

Horizontalverbreitung. Als eigentlich kosmopolitisch oder eurytherm im weitesten Sinne des Wortes kann wohl nur *Coelodendrum ramosissimum* angesehen werden. Warmwasserformen oder besser äquatoriale, auf die Meeresteile zwischen 40° N. und 40° S. beschränkte Formen sind: *Coelodendrum spinosissimum, furcatissimum* (von diesem wurde nur ein Exemplar in der Antarktis gefunden), *lappaceum, flabellatum, Coelotetraceras xanthacanthum, Coelothyrsus cypripedium, Coelographis regina, Coelodecas decastyla* und *pentagona*. Von diesen können jetzt schon *Coelodendrum furcatissimum, lappaceum* und *flabellatum*, sowie *Coelographis regina* und *Coelodecas decastyla* als trioceanisch bezeichnet werden, die übrigen sind nur aus dem Atlantik und Indik bekannt. Speciell *Coelodendrum flabellatum* scheint, wenigstens im Atlantik und Indik, die eigentlich tropischen Gebiete zu bevorzugen, während umgekehrt *Coelothyrsus cypripedium* häufiger in den gemäßigteren Breiten aufgefunden wurde.

Von begrenzteren Vorkommnissen sind ferner zu erwähnen *Coelodiceras spinosum*, welches bisher nur in den südlichen Gebieten des Atlantik erbeutet wurde, und *Coeloplegma murrayanum*, welches auf den nordöstlichen Atlantik konzentriert zu sein scheint.

Als antarktische Kaltwasserformen sind bisher nur bekannt geworden: *Coelechinus wapiticornis* und *Coelographis antarctica*.

Ueber die **Vertikalverbreitung** der Cölodendriden ist leider zur Zeit nur wenig Sicheres bekannt. *Coelodendrum ramosissimum, spinosissimum* und *furcatissimum* konnten auf Grund verschiedener Plankton- und Schließnetzfänge als knephoplanktonisch festgestellt werden, und zwar scheint letztere Art in etwas tieferen Schichten als die beiden ersteren vorzukommen. Inwieweit sie sich in die Schichten des Phao- und Skotoplanktons erstrecken, läßt sich zur Zeit nicht bestimmen. Hinsichtlich der Vertikalverbreitung der Cölotholinen und Cöloplegminen wissen wir bis jetzt nur, daß *Coelotholus Davidoffii* bei Villafranca an der Oberfläche gefischt wurde, möglicherweise als zufälliges Vorkommnis, und daß *Coeloplegma murrayanum* nach den Untersuchungen Fowler's offenbar eine pamplanktonische, sogar noch in den Schichten des Phaoplanktons verbreitete Form ist. Auch Haeckel gibt für eine Reihe von Cöloplegminen ein oberflächliches Vorkommen an.

Systematik. Nach Haeckel sind die beiden Familien der Cölodendriden und Cölographiden dadurch unterschieden, daß die ersteren keine Rhinocanna und keine Frenula besitzen und daß bei ihnen keine Radialröhren zu Griffeln ausgebildet sind. Es wurde bereits in der Einleitung zu der Unterordnung der Phäodendria hervorgehoben, daß sich in Bezug auf die genannten Merkmale keine scharfe Grenze zwischen beiden Familien ziehen läßt und daß also beide Familien am besten in eine einzige zusammengezogen werden.

Was die Haeckel'schen Unterfamilien anbelangt, so bilden diese im ganzen sehr gut charakterisierte, großenteils selbständig nebeneinander verlaufende Formenreihen. Man wird daher dieselben als wohlberechtigte Kategorien beibehalten dürfen, nur ist bei ihrer Kennzeichnung in erster Linie auf die primären Charaktere, nämlich auf die Anordnung und den relativen Ausbildungsgrad der einzelnen Radialröhren, und erst in zweiter Linie auf die durch die letzteren

bedingte Ausbildung von Galea, Rhinocanna und Frenulis Wert zu legen. Außerdem ist den 4 Haeckel'schen Unterfamilien noch eine fünfte, die der Coelothyrsinae, hinzuzufügen.

Die erste Unterfamilie der Cölodorinen umfaßt diejenigen Formen, bei welchen sowohl Nasal- als auch Hauptseitenröhren und außerdem meistens eine Postnasalröhre ausgebildet ist, bei welchen aber im Gegensatz zu den Cöloplegminen keine äußere Gitterschale vorhanden ist. Abgesehen von der Gattung *Coelodoras*, bei welcher sich nach Haeckel in den drei Ecken der Galea 3 oder 4 gerade, unverästelte Radialröhren erheben, weisen die sphärisch-gestalteten Formen der Gattung *Coelodendrum* die einfachsten Verhältnisse auf, insofern sich von der bügel- oder schuppenförmigen, einer eigentlichen Rhinocanna stets entbehrenden Galea 4 als Dendriten ausgebildete, ziemlich gleichmäßige entwickelte Radialröhren erheben (Taf. LXIII, Fig. 488). Bei *oelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 489) zeigt der Postnasaldendrit eine überwiegende Entwickelung, womit ein Uebergang der sphärischen Gestalt in eine abgeplattete, schmetterlingsförmige verbunden ist, eine Entwickelungsrichtung, die in anscheinend selbständiger Weise von der Gattung *Coelodiceras* (Taf. LXIV, Fig. 493) eingeschlagen wird. Bei letzterer ist der erste Anlauf zur Griffelbildung wahrzunehmen (Fig. 493 *n*).

In der zweiten Unterfamilie, bei den Cölotholinen sind die Nasalröhren in Wegfall gekommen. Im übrigen erinnern diese Formen infolge der Abwesenheit einer äußeren Gitterschale noch sehr an die Cölodorinen.

Unter den Formen mit äußerer Gitterschale schließen sich die noch nicht genügend bekannten, griffellosen Cölodryminen hinsichtlich der Anordnung der Radialröhren und des primitiveren Baues der Galea sehr eng an die Cölodorinen an, während die mit Griffeln ausgestatteten Gruppen der Cölothyrsinen und Cöloplegminen von hier aus in zwei verschiedenen Richtungen divergieren: bei den ersteren fehlen die Nasalröhren, bei den letzteren sind dieselben neben den Hauptseitenröhren zu besonderer Entfaltung gelangt.

Es ergibt sich danach folgendes System der Cölodendriden sens. lat.:

Keine äußere Gitterschale	Mit Nasalröhren: 1. Unterfamilie. Coelodorinae.		Röhren unverzweigt:	1. Gattung: *Coelodoras* Haeckel
			Röhren als Dendriten ausgebildet:	2. Gattung: *Coelodendrum* Haeckel
			Nasalröhre als Griffel ausgebildet:	3. Gattung: *Coelodiceras* n. gen.
	Ohne Nasalröhren: 2. Unterfamilie. Coelotholinae.		Röhren sämtlich als Dendriten ausgebildet:	4. Gattung: *Coelechinus* n. gen.
			Die 4 Hauptseitenröhren als Griffel ausgebildet:	5. Gattung: *Coelotetraceras* n. gen.
			8 Griffel:	6. Gattung: *Coelotholus* Haeckel
			12 Griffel:	7. Gattung: *Coelothauma* Haeckel
			16 Griffel:	8. Gattung: *Coelothamnus* Haeckel
Aeußere Gitterschale vorhanden	Keine Griffel, Rhinocanna verschieden stark entwickelt: 3. Unterfamilie. Coelodryminae.		Aeußere Gitterschale einfach:	9. Gattung: *Coelodrymus* Haeckel
			Aeußere Gitterschale spongiös:	10. Gattung: *Coelodasea* Haeckel
	Radialröhren zum Teil als Griffel ausgebildet; Rhinocanna meist wohlentwickelt	Galea ohne Nasalgriffel: 4. Unterfamilie. Coelothyrsinae.		11. Gattung: *Coelothyrsus* Haeckel
			6 Griffel:	12. Gattung: *Coelographis* Haeckel
			10 Griffel:	13. Gattung: *Coelodecas* Haeckel
			14 Griffel:	14. Gattung: *Coeloplegma* Haeckel
		Galea mit Nasalgriffel und Seitengriffeln. 5. Unterfamilie. Coeloplegminae.	8 Griffel:	15. Gattung: *Coelospathis* Haeckel
			12 Griffel:	16. Gattung: *Coelostylus* Haeckel
			16 Griffel:	17. Gattung: *Coelagalma* Haeckel
			28 Griffel:	18. Gattung: *Coelanthemum* n. gen.

1. Unterfamilie. Coelodorinae.

Coelodorida HAECKEL, 1887.

Cölodendriden mit Nasal- und mit Hauptseitenstacheln, meist ohne eigentliche Rhinocanna. Ohne äußere Gitterschale.

1. Gattung. *Coelodoras* HAECKEL.

Röhren unverzweigt. HAECKEL beschreibt 2 Formen aus dem Pacifischen Ocean. Im „Valdivia"-Material ist die Gattung nicht vertreten.

2. Gattung. *Coelodendrum* HAECKEL.

Galea bügel- oder schuppenförmig, an der Oralfläche meist mit weiter Nasenöffnung, ohne Rhinocanna. 4 Radialröhren (Nasal-, Postnasal- und 2 Hauptseitenröhren) stets als Dendriten ausgebildet. Keine äußere Gitterschale.

Coelodendrum ramosissimum HAECKEL.

Taf. LXIII, Fig. 488; Taf. LXVIII, Fig. 508—510; Textfig. 45.

Coelodendrum ramosissimum HAECKEL, 1862, S. 363, Taf. XIII, Fig. 1—3; R. HERTWIG, 1879, S. 93, Taf. X, Fig. 3, 12; HAECKEL, Rep., 1887, p. 1735; FOWLER, 1898, p. 1027; BORGERT, 1901 a, S. 45, Fig. 53; 1903, S. 757; LO BIANCO, 1903, S. 226.

Gestalt im ganzen sphärisch oder leicht ellipsoidisch.

Galea bügel- oder schuppenförmig (an der Oralseite leicht überhängend), an der Basis der Hinterfläche mit einer Reihe von kleinen fensterförmigen Oeffnungen, an der Oralseite mit weiter Nasenöffnung, welche bei sehr kleinen Exemplaren fehlen kann (Taf. LXVIII, Fig. 508—510).

Die 4 Dendriten 4—6mal gegabelt, die Postnasalröhre meist schwächer als die Nasalröhre ausgebildet (bei ersterer ist die erste Gabelung weiter von der Basis entfernt als bei letzterer).

Endäste mit scheibenförmiger, einen Kranz von 4—7 rückwärts gekrümmten, kräftigen Zähnen tragender Spathilla.

Durchmesser: 0,55—1,2 mm (nach HAECKEL 1,2—1,8, nach BORGERT 1,0—1,8 mm).

Fundorte: Mittelmeer, Atlantik, Indik, Pacifik (HAECKEL), Färör-Kanal (FOWLER), Irmingersee, Labradorstrom, Guineastrom (200—400 m), Südäquatorialstrom (500—700 m, BORGERT), Mittelmeer (LO BIANCO);

T.-St. 22, 29, 32 (canarische Strömung, V.), 41 (Guineastrom, V.), 49, 50 (Südäquatorialstrom, V.), 65 (Golf von Guinea, V.), 90 (Benguelastrom, P. 200), 115 (Benguelastrom, V.), 132 (Antarktis, S. 220—140), 135, 136 (Antarktis, V.), 173 (südlicher Indik, V.), 217, 218, 223, 239, 268 (nördlicher Indik, V.), 228 (nördlicher Indik, S. 320—250).

Verbreitung: Anscheinend kosmopolitische (eurytherme), vorwiegend knephoplanktonische Form.

Coelodendrum spinosissimum HAECKEL.

Taf. LXX, Fig. 523.

Coelodendrum spinosissimum HAECKEL, Rep., p. 1735, Taf. CXXI, Fig. 7.

Von voriger Art, mit welcher sie nach Größe, Gestalt und Verzweigung des Skelettes im wesentlichen übereinstimmt, ist die vorliegende Form dadurch unterschieden, daß die Endverzweigungen einen bedornten (echinoidal, subspherical or club-shaped) Endknopf besitzen. In der Regel sind an demselben ein apikaler Enddorn und 2 übereinander befindliche Kränze von Seitendornen zu unterscheiden.

Bemerkt sei noch, daß ich bei meinen Exemplaren die Galeae und Schalenklappen häufig von besonders großen Poren durchlöchert fand und daß der obere Rand der Nasenöffnung nicht selten, ähnlich wie bei *C. flabellatum*, eine wulstartige Verdickung zeigte — die erste Andeutung einer Rhinocanna (Taf. LXX, Fig. 523). Einmal (T.-St. 54) fand ich 4 gleich große Individuen, welche infolge Verschmelzung der Calymmen zu einer Kette verbunden waren (natürliche Koloniebildung oder zufällige Verklebung?).

Durchmesser: 1,8—2,2 mm.

Fundorte: Ch.-St. 346—349 (tropischer Atlantik, HAECKEL);

T.-St. 22, 32, 34 (canarische Strömung, V.), 41, 44 (Guineastrom, V.), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 54, 55 (Guineastrom, V. und P. 200), 64, 65, 66 (Golf von Guinea, P. 200 und V.), 112 (Agulhasbank, V.), 182 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 215, 217, 218, 223, 229, 236, 239, 259, 268 (nördlicher Indik, V., P. 200 und S. 200—20).

Verbreitung: Im Gegensatz zu voriger offenbar nur in wärmeren Meeresgebieten verbreitete, knephoplanktonische Form.

Coelodendrum furcatissimum HAECKEL.

Taf. LXIX, Fig. 511, 512; Textfig. 43.

Coelodendrum furcatissimum HAECKEL, Rep., p. 1735, Taf. CXXI, Fig. 1—4.

Gestalt kugelig.

Galea bügelförmig, mit eingebuchteter Aboralseite (Taf. LXIX, Fig. 511, 512), an der Basis der Aboralseite meist mit einer arkadenartigen Reihe von Poren (Fig. 511), an der Oralseite mit verschieden weiter, meist niedriger (schlitzförmiger) Nasenöffnung.

Die 4 Dendriten sind 6—9mal regelmäßig dichotomisch gegabelt; die langen, dünnen Endäste divergieren unter spitzem Winkel und tragen Endkronen mit 3 oder 4 winzigen, aufrechten Zähnen.

Durchmesser 2—2,5 mm.

Varianten: Es treten in denselben Fängen gröbere Formen mit weniger zahlreichen Endästen und feinere mit reichlicherer Gabelung auf. Auch die Ausbildung der Endkronen ist individuell verschieden.

Fundorte: Atlantik, Indik, Pacifik (HAECKEL);

T.-St. 26, 32, 34 (canarische Strömung, V.), 41, 42, 43, 44, 54 (Guineastrom, V. und S. 550—250), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 64, 65, 66 (Golf von Guinea, S. 500—300), 85 (Benguelastrom, V.), 142 (Antarktis, V., nur ein großes Exemplar), 175, 182 (indischer Aequatorialstrom, V.), 213, 214, 215, 217, 218, 221, 223, 226, 228, 231, 235, 236, 239, 268, 271 (nördlicher Atlantik, V. und einmal S. 320—250, überall zahlreich, zum Teil massenhaft).

Verbreitung: Offenbar überwiegend knephoplanktonische Form der wärmeren Meeresteile. In der Antarktis wurde nur ein einziges Exemplar neben zahlreichen Exemplaren der vikarierenden Form (*Coelechinus wapiticornis*) gefunden.

Coelodendrum lappaceum HAECKEL.

Taf. LXIII, Fig. 490; Textfig. 46.

Coelodendrum lappaceum HAECKEL, Rep., p. 1736.

Gestalt kugelig bis leicht ellipsoidisch.

Galea bügel- bis schuppenförmig, mit „gemaserter" Wandung, an der Oralseite mit halbmondförmiger Nasenöffnung.

Die Nasal- und Hauptseitenröhren 7mal, die Postnasalröhre 5—6mal regelmäßig dichotomisch gegabelt. Die beiden fingerförmigen Endäste bilden eine schmale Gabel, sind mit meist kräftigen, rückwärts gekrümmten Häkchen besetzt und besitzen einen bedornten Endknopf, welcher 1—3 Apikaldornen und einen Kranz von 6—10 zurückgebogenen Seitenzähnen trägt (Fig. 490).

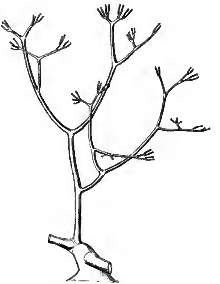


Fig. 46. Postnasaldendrit von *Coelodendrum lappaceum* HAECKEL.

Durchmesser: 3—3,2 mm (nach HAECKEL 1,5—1,8 mm).

Die mir vorliegenden Exemplare stimmen, abgesehen von der Größe, recht gut mit der Beschreibung überein, welche HAECKEL von seinem südpacifischen *C. lappaceum* gegeben hat. Bei einigen Exemplaren waren die Endäste verbogen, eines besaß eine zweikernige Centralkapsel.

Fundorte: Ch.-St. 285—295 (südlicher Pacifik, HAECKEL);

T.-St. 49 (Südäquatorialstrom, V.), 73, 74, 86 (Benguelastrom, V., mehrere Exemplare), 218 (nördlicher Indik, V., mehrere Exemplare).

Verbreitung: Trioceanische, in warmen und kühleren Gebieten verbreitete Form. Vertikalverbreitung unbekannt.

Coelodendrum (Coelodendronium) flabellatum HAECKEL

Taf. LXIII, Fig. 489; Taf. LXIX, Fig. 517; Taf. LXXI, Fig. 527, 529.

Coelodendrum (Coelodendronium) flabellatum HAECKEL, p. 1737, Taf. CXXI, Fig. 6.

Gestalt abgeplattet, beil- oder schmetterlingförmig; die Spaltebene schneidet den Körper in einem kleinsten Schnitt.

Galea schuppenförmig, mit „gemaserter" Wandung, an der Oralfläche mit halbmondförmiger Nasenöffnung, deren oberer Rand zuweilen wulstartig verdickt ist (Fig. 527, 529).

Außer den Nasal- und Postnasaldendriten, sowie den Hauptseitendendriten sind jederseits eine kurze, unverzweigte, vielfach wellenförmig gekrümmte Apikalröhre und eine wenig verzweigte, dem aboralen Helmrande aufsitzende, aboralwärts gerichtete Aboralröhre vorhanden (Fig. 489 u. a.). Von den 4 erst genannten Röhren sind die Postnasaldendriten am stärksten entwickelt: sie besitzen einen verlängerten, ungegabelten Stiel und dehnen mit ihren vier fächer- oder besser geweihähnlichen Endbildungen den Weichkörper flügelartig aus. Die Geweihe (Fig. 517) bestehen aus 8—10 fingerförmigen, einreihig angeordneten Endästen, von welchen die am meisten basal gelegenen paarweise vereinigt sind, die distalen einzeln stehen. Die Endäste liegen mit Ausnahme der letzten (nach außen gebogenen) in einer Ebene, zuweilen sind sämtliche 4 Geweihe (mit Ausnahme der letzten Endäste) nahezu in einer und derselben Ebene ausgebreitet (Fig. 517). Die Endäste stimmen im wesentlichen mit den Endästen von *C. lappaceum* überein: sie sind fein bedornt und schließen mit einem Endknopf ab, welcher einen aufrechten Apikaldorn und einen Kranz von Seitenzähnchen trägt.

Nächst den Postnasaldendriten sind die direkt oralwärts gerichteten Nasaldendriten am stärksten entwickelt: sie beginnen mit der Bifurkation ebenfalls ziemlich weit von ihrer Basis und sind 4—5mal gegabelt (Fig. 489 *n*). Die beiden schräg nach der Aboralseite gerichteten Hauptseitendendriten sind 5mal gegabelt. Die Endäste der 3 zuletzt genannten Dendriten weisen die nämliche Beschaffenheit wie die der Postnasaldendriten auf.

Längster Durchmesser (zwischen den Spitzen der Postnasaldendriten gemessen) 4,5—5, Querdurchmesser 2,5 mm.

Die mir vorliegenden Exemplare stimmen sehr gut mit der Beschreibung überein, welche HAECKEL von seinem aus dem nördlichen Pacifik stammenden *C. flabellatum* gegeben hat. HAECKEL erwähnt noch 2 andere, offenbar sehr nahestehende Formen: *C. digitatum* aus dem Indischen Ocean, bei welchem die Terminalbildungen nur aus je 5 fingerförmigen Aesten bestehen, und *C. serratum* aus dem centralen Pacifik, welches sich von *C. flabellatum* durch die starke Zusammenpressung der breiten, sägeartigen Endzweige unterscheidet. Bei meinen Exemplaren zeigen die Endäste hinsichtlich ihrer Zahl, sowie der Ausbildung der Endknöpfe und der Bedornung (letztere kann auch ganz fehlen) eine Reihe von kleineren Unterschieden, im ganzen weist aber *C. flabellatum* einen sehr konstanten Arttypus auf.

Fundorte: Ch.-St. 235—240 (nördlicher Pacifik, HAECKEL);

T.-St. 32 (canarische Strömung, V.), 43, 44, 54, 55 (Guineastrom, V.), 49, 50 (Südäquatorialstrom, V.), 64, 65, 66 (Golf von Guinea, V.), 214, 215, 217, 218, 223, 235, 236, 239, 268 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung: Trioceanische Bewohnerin warmer Meeresteile. Vertikalverbreitung unbekannt.

3. Gattung. *Coelodiceras* n. gen.

(κοῖλος, δι-, κέρας, mit zwei hohlen Hörnern.)

Galea sehr groß im Verhältnis zur Schalenklappe, amboßförmig, mit weiter Rhinocanna und mit einem oder mehreren Frenulis. Nasalröhre als Griffel ausgebildet, die 2 Hauptseitendendriten stark verzweigt und stark ausladend; ein schwach ausgebildeter Aboraldendrit. Keine Gitterschale.

Coelodiceras macropylum n. sp.

Taf. LXXI, Fig. 526; Textfig. 44.

Coelodiceras macropylum V. HAECKER, 1907, S. 162, Fig. 10.

Gestalt zusammengedrückt, wahrscheinlich beilförmig.

Galea amboßförmig (im ganzen von der Form einer auf einer Seite liegenden tetragonalen Doppelpyramide), mit gewölbter, wenig überhängender Stirnfläche, mit dreiseitiger Apikal- und dreiseitiger Aboralfläche, an Volumen die sehr kleine Schalenklappe bei weitem übertreffend. Rhinocanna weit und sehr kurz, mit der Stirnfläche durch mehrere (2 oder 3?) breite, gefensterte Kieselbrücken verbunden.

Nasalröhre als Griffel entwickelt, im basalen Viertel mit 2 größeren, dendritisch verzweigten Aesten, in der distalen Hälfte mit 10—12, größtenteils paarweise angeordneten, ankertragenden Seitenbäumchen und mit dichotomisch verzweigter Terminalbildung. Die Ankerfädchen (bei meinem Exemplar nur ganz vereinzelt erhalten) besitzen einen aus 2 sichelförmigen, bedornten Haken bestehenden Terminalanker und anscheinend keine Subterminalzähne (Textfig. 44). Am distalen Ende ist der Griffel 4mal gegabelt: die Verzweigungen tragen von der zweiten Gabelstelle an vereinzelte zurückgekrümmte Dornen, die Endäste sind fingerförmig, mit wenigen kurzen Dornen bedeckt und tragen am Ende einen bedornten Endknopf.

Die beiden Hauptseitendendriten sind wesentlich kürzer als der Nasalgriffel und 8mal gegabelt. Die letzten Verzweigungen sind mit einzelnen zurückgekrümmten Dornen versehen, die Endäste sind kürzer als die des Nasalgriffels. Hinter der Galea erhebt sich von der Schalenklappe ein schwach entwickelter, wenig verzweigter Aboraldendrit, daneben bei meinem Exemplar ein weiterer rudimentärer, stabförmiger Präaboraldendrit (Fig. 526*ab* und *pab*).

Länge der Nasalgriffel: 3 mm.

Die vorliegende Art, von welcher mir nur ein Exemplar zur Verfügung steht, unterscheidet sich von der folgenden, häufigeren vor allem durch den Bau der Rhinocanna, sowie durch die längeren Nasalgriffel, durch die etwas verschiedene Bedornung der Terminalbildungen und wahrscheinlich durch den einfacheren Bau der Ankerfädchen.

Fundort: T.-St. 218 (nördlicher Indik, V.).

Coelodiceras spinosum n. sp.

Taf. LXIII, Fig. 491; Taf. LXIV, Fig. 493; Taf. LXVI, Fig. 497.

Coelodiceras spinosum V. Haecker, 1907, S. 162, Fig. 4.

Gestalt seitlich zusammengedrückt, im ganzen beil- oder schmetterlingförmig.

Galea amboßförmig, mit gewölbter Stirnfläche, dreiseitiger Apikal- und dreiseitiger, steil abfallender Aboralfläche, an Umfang die sehr kleine Schalenklappe bedeutend übertreffend (Fig. 493). Rhinocanna schnauzenartig, länger und niedriger als bei voriger Art, beinahe bis an den oralen Schalenrand reichend, mit umgekremptem Oeffnungsrande und mit einem Frenulum.

Nasalröhre stumpfwinklig abgebogen, kürzer und gedrungener, aber im übrigen ähnlich gebaut wie bei voriger Art, nur besitzen die Ankerfädchen eine subterminale Gruppe von kurzen Zähnchen, welche in derselben Ebene wie die Ankerhäkchen in zwei Reihen angeordnet sind (Fig. 497). Auch sind die Dornen der Terminalverzweigungen stärker entwickelt (Fig. 491). Das Gleiche gilt für die Bedornung der Endäste der sämtlichen Dendriten.

Länge der Nasalgriffel: 2—2,2 mm.

Fundorte: T.-St. 85, 86 (im Stromstrich des Benguelastromes, V.), 112 (Agulhasbank, V.), 174 (indischer Südäquatorialstrom, V., mehrere Exemplare).

Verbreitung: In den südlichen Teilen des Atlantik und Indik verbreitete Kühlwasserform (?).

2. Unterfamilie. Coelotholinae.

Coelotholida Haeckel, 1887.

Cölodendriden ohne Nasalröhren, mit Hauptseiten- und Aboralröhren, mit meist gut entwickelter Rhinocanna und 2 Frenulis. Keine äußere Gitterschale.

4. Gattung. *Coelechinus* n. gen.

Coelechinus Haecker, 1904.

Galea amboßförmig mit breiter Stirnkante, mit typischer Rhinocanna und 2 Frenulis. Jederseits drei Radialröhren (2 Hauptseitenröhren und eine Aboralröhre). Dieselben sind stets als Dendriten ausgebildet. Keine äußere Gitterschale.

Coelechinus wapiticornis n. sp.

Taf. LXIV, Fig. 492; Taf. LXX, Fig. 518—521.

Coelechinus wapiticornis V. Haecker, 1904, S. 123, Fig. 1; 1907, S. 162, Fig. 8.

Gestalt sphärisch.

Galea amboßförmig, mit ziemlich steiler, dreiseitiger Oral- oder Stirnfläche, deren obere (horizontale) Kante (Stirnkante) an ihren Ecken die Hauptseitenröhren trägt (Fig. 518), sowie mit

ebenfalls steil abfallender, dreiseitiger Aboralfläche (Fig. 521). Die Aboralfläche berührt mit ihrer aboralen Ecke die Schalenklappe nicht direkt, sondern sitzt einem (mitunter gefensterten) Pfeiler auf, so daß die Galea gegen den aboralen Pol zu durch einen Spaltraum von der Schalenklappe getrennt ist (Fig. 520). Die Rhinocanna reicht bis nahe an den oralen Rand der betreffenden Schalenklappe, besitzt einen umgeschlagenen Rand und ist mit den Seitenteilen der Stirnfläche der Galea durch zwei Frenula verbunden (Fig. 518 u. 519).

Die 3 Dendriten (2 Hauptseitenröhren und eine Aboralröhre) sind ziemlich gleich stark entwickelt und 5—7mal gegabelt. Die Gablung ist im allgemeinen dichotomisch, doch gehen von der ersten Gablungsstelle in der Regel drei Hauptäste ab (Fig. 519, 521). Die weiteren Nebenäste der Dendriten sind so angeordnet, daß jeweils die einander entsprechenden Dendriten der beiden Schalenklappen ein laubenartiges Gewölbe bilden, durch welches ein hemisphärischer, skelettfreier Lobus des Weichkörpers überdacht wird (Fig. 492). Die Endäste bilden eine ziemlich schmale Gabel, sie sind zugespitzt und mit feinen Dornen besetzt.

Durchmesser: 2,2—2,8 mm.

Fundorte: T.-St. 135, 136, 139, 149 (Antarktis, V.; überall zahlreich). Auch vom „Gauß“ in der Antarktis gefischt.

Verbreitung: Antarktische Kaltwasserform, welche im südlichen Eismeer für das hier fast vollständig fehlende *Coelodendrum furcatissimum* vikarierend eintritt. Da die Form in keinem der zahlreichen antarktischen Schließnetzfänge erbeutet wurde, so läßt sich über ihre Vertikalverbreitung nichts angeben.

5. Gattung. *Coelotetraceras* n. gen.

(κοῖλος, τετρα-, κέρας, mit vier hohlen Hörnern.)

Galea amboßförmig, an der Oralseite mit sehr hoher und weiter, von einem wulstigen Rande umgebener Nasenöffnung, keine eigentliche Rhinocanna und keine Frenula. Jederseits drei Radialröhren: die Hauptseitenröhren sind als Griffel (im ganzen also vier Griffel), die Aboralröhre als Dendrit entwickelt.

Coelotetraceras xanthacanthum n. sp.

Taf. LXVII, Fig. 499.

Coelotetraceras xanthacanthum V. Haecker, 1907, S. 163, Fig. 12.

Gestalt wahrscheinlich beil- oder schmetterlingsförmig.

Galea amboßförmig, mit steiler, vierseitiger Oralfläche, deren obere Kante an ihren Ecken die Hauptseitengriffel trägt, sowie mit dreiseitiger, schräg abfallender Aboralfläche. Nasenöffnung hoch und weit, mit wulstigem Rande, von welchem mitunter gegen die Basen der Hauptseitengriffel jederseits eine oder zwei dünne Spangen hinziehen.

Die beiden Hauptseitenröhren sind nahezu gestreckt und tragen zwei größere, dendritisch verzweigte, in Ankerfädchen auslaufende und 8—20 kleinere, als ankertragende Seitenbäumchen entwickelte Aeste. Die Spitzen sind stets gelb und laufen wahrscheinlich in ankertragende

Endbüschel aus. Der Aboralröhre ist als ein Dendrit entwickelt, der sich unmittelbar über seiner Basis in zwei breit ausladende, quer zur Hauptachse gestellte Sekundäräste teilt (Fig. 499 *ab*). Die letzten Verzweigungen werden ebenfalls durch Ankerfädchen gebildet. Bei einem Exemplar war ein tertiärer Ast des Aboraldendriten als asymmetrischer, schwach entwickelter Griffel ausgebildet.

Länge der Hauptseitenröhren 0,8—2,4 mm.

Varianten. Es fanden sich zum Teil nebeneinander (T.-St. 218) zwei Größenvarianten vor, eine größere (α), deren Griffel 1,7—2,4 mm lang sind und etwa 20 Aeste und Seitenbäumchen tragen, und eine kleinere (β) mit 0,8—1,1 mm langen Griffeln und etwa 10 Aesten und Seitenbäumchen.

Fundorte: T.-St. 54 (Guineastrom, V., var. α), 112 (Agulhasbank, V., var. β), 218 (nördlicher Indik, V., var. α und β, mehrere Exemplare), 239, 268 (nördlicher Indik, var. α).

Verbreitung. Anscheinend in wärmeren Meeresteilen verbreitete Form, welche, wie aus der verschiedenen Größe zu schließen ist, wahrscheinlich in verschiedenen Tiefenregionen zu Hause ist.

6.—8. Gattung. *Coelotholus* HAECKEL, *Coelothauma* HAECKEL und *Coelothamnus* HAECKEL.

Diese drei Gattungen, welche sich ungezwungen an *Coelechinus* und weniger eng an *Coelotetraceras* anschließen, sind im „Valdivia"-Material durch keine Arten vertreten. Bei der Gattung *Coelotholus* (mit 2 pacifischen und einer indischen Art) stimmen Galea und Rhinocanna in ihrem Bau nahezu vollkommen mit den entsprechenden Bildungen von *Coelechinus* überein (vergl. Rep., Taf. CXXII, Fig. 2, mit Taf. LXX, Fig. 519), dagegen haben sich die Hauptseitengriffel je in einen oralen und aboralen, als Griffel ausgebildeten Ast gespalten, so daß im ganzen acht Griffel vorhanden sind.

Bei der Gattung *Coelothauma* (mit einer südwestpacifischen Art) erinnern ebenfalls Galea und Rhinocanna sehr an *Coelechinus* (vergl. Rep., Taf. CXXII, Fig. 4 und 5). Von *Coelotholus* ist *Coelothauma* dadurch unterschieden, daß der aborale Ast der Hauptseitenröhre seinerseits in zwei außerordentlich verlängerte Griffel gespalten ist, so daß im ganzen zwölf Griffel vorhanden sind.

Bei der Gattung *Coelothamnus* endlich (1 nordatlantische, 1 mediterrane und 2 pacifische Arten), bei welcher Galea und Rhinocanna ähnliche Verhältnisse wie bei den beiden anderen Gattungen aufweisen, ist auch der orale Ast der Hauptseitenröhren in zwei Griffel gespalten, so daß im ganzen sechzehn Griffel vorhanden sind. Hierher gehört der früher (S. 356) erwähnte *C. Davidoffii* BÜTSCHLI.

3. Unterfamilie. Coelodryminae.

Cölodendriden mit Nasal- und Hauptseitendendriten und mit verschieden stark entwickelter Rhinocanna. Aeußere Gitterschale vorhanden.

9. Gattung. *Coelodrymus* HAECKEL.

Galea nach HAECKEL mit der der Cölodorinen übereinstimmend, ohne Rhinocanna (die Galea von *Coelodrymus ancoratus* würde nach der HAECKEL'schen Abbildung, Rep., Taf. CXXI, Fig. 9 ungefähr derjenigen von *Coelodendrum ramosissimum* und *furcatissimum*, Taf. LXVIII, Fig. 508—510; Taf. LXIX, Fig. 511, entsprechen), bei einer mir vorliegenden Form, *C. lanceolatus* (Taf. LXX, Fig. 522), erinnert sie, abgesehen von der nur schwach entwickelten Rhinocanna, mehr an die Galea der Cöloplegminen. Hauptseitenröhren und Nasalröhren als Dendriten entwickelt. Keine Griffel.

HAECKEL beschreibt drei pacifische Formen, von welchen der südostpacifische *C. ancoratus* der Abbildung zufolge (Rep., Taf. CXXI, Fig. 9) eine sphärische Gestalt, schuppenförmige Galeae und jederseits 2 Hauptseitendendriten und 2 Nasaldendriten besitzt. Von letzteren ist der orale ungefähr gleich stark wie die Hauptseitendendriten entwickelt, der aborale (Postnasaldendrit) ist ähnlich wie bei *Coelodendrum* erst fern von der Basis gegabelt. Im ganzen dürfte *Coelodrymus ancoratus*, abgesehen von dem Besitz der äußeren Gitterschale und der Ankerfädchen, eine sehr weitgehende Uebereinstimmung mit den sphärischen *Coelodendrum*-Arten zeigen.

Hierher gehört vielleicht auch:

Coelodrymus lanceolatus n. sp.

Taf. LXX, Fig. 522.

Coelodrymus lanceolatus V. HAECKER, 1907, S. 163, Fig. 7.

Gestalt sphärisch.

Galea im ganzen pyramidenförmig, mit den seitlichen, die Hauptseitendendriten tragenden Ecken die Schalenklappen überragend, von der Oralseite aus gesehen lanzettförmig. Die Spitze der Pyramide wird von dem Nasaldendrit, die im ganzen dreieckige Oral- oder Stirnfläche großenteils von einem dreieckigen, gefensterten Vorbau eingenommen, welcher der Rhinocanna anderer Formen entspricht und an seiner Basis die kraterförmige Nasenöffnung trägt. Die Spitze dieses Vorbaues zieht sich in Form eines gefensterten, allmählich sich verschmälernden Wulstes gegen die Spitze der Galea hin. Die Aboralfläche der Galea ist pentagonal und trägt an ihrer Basis den Aboralstachel.

Nasalröhre, Hauptseitenröhren, sowie die schwächer entwickelte Aboralröhre sind sämtlich als Dendriten entwickelt. Ueber die Verzweigungsweise und die gegenseitigen Größenverhältnisse von Nasalröhre und Hauptseitenröhren vermag ich, da dieselben bei meinem Exemplar vielfach zertrümmert sind, keine genauen Angaben zu machen.

Die dem feinbedornten Maschenwerk der äußeren Gitterschale aufsitzenden Ankerfädchen haben einen welligen Verlauf, verbreitern sich nach dem Ende zu und tragen 2 etwas zurückgekrümmte, am konkaven proximalen Rande bedornte Haken. Sie gleichen also denen von *Coelodrymus ancoratus* HAECKEL.

Durchmesser: 4 mm.

Fundort: T.-St. 54 (Guineastrom, V.).

10. Gattung. *Coelodasea* Haeckel.

Von dieser durch die mehrschichtige, spongiöse Beschaffenheit der äußeren Gitterschale gekennzeichneten Gattung liegen im „Valdivia"-Material keine Arten vor. Haeckel erwähnt eine mediterrane und eine tropisch-atlantische Form.

4. Unterfamilie. Coelothyrsinae.

Cölodendriden ohne Nasalgriffel, mit Hauptseitenröhren und kürzeren Apikal- und Aboralröhren. Mit gut entwickelter Rhinocanna und mit 2 Frenulis. Aeußere Gitterschale vorhanden.

11. Gattung. *Coelothyrsus* n. gen.

(θύρσος, der mit Epheu und Weinreben umwundene Stab der Bacchantinnen.)

Mit den Merkmalen der Unterfamilie. Nur eine, in warmen und kühleren Meeresteilen weitverbreitete Art.

Coelothyrsus cypripedium n. sp.

Taf. LXV, Fig. 494, 495; Taf. LXXI, Fig. 524.

Coelothyrsus cypripedium V. Haecker, 1907, S. 164.

Gestalt sphärisch bis ellipsoidisch.

Galea (Fig. 524) amboßförmig, stark nach der Oralseite überhängend, in Seitenansicht sehr an die Blüten mancher Labiaten oder Orchideen *(Cypripedium)* erinnernd, mit eingebuchteter Stirnkante und im ganzen dreieckiger, gleichmäßig gewölbter Apikal- und Aboralfläche (Fig. 495). Rhinocanna rohrförmig, mit aufgekrempten Oeffnungsrande und mit 2 Frenulis.

Die 2 Hauptseitenröhren entspringen von den Stirnecken der Galea und sind als außerordentlich lange Griffel entwickelt (Fig. 494). Sie geben innerhalb der äußeren Gitterschale 10 bis 15 Seitendendriten ab und tragen außerhalb derselben zahlreiche, in drei Längsreihen angeordnete, ankertragende Seitenbäumchen. Die Spitzen der Griffel waren bei sämtlichen Exemplaren abgebrochen. Die schwach entwickelte Apikalröhre ist einmal gegabelt und erreicht mit ihren fadenförmigen Aesten nicht die äußere Gitterschale (Fig. 524 *ap*). Die beiden Aboralröhren (Fig. 495) sind als Dendriten ausgebildet, der vordere ist schwächer entwickelt und giebt seine Aeste unter spitzigen Winkeln ab, der hintere lädt viel breiter aus und zeigt zuweilen noch einige rudimentäre Anhänge. Mitunter (Fig. 494) ist nur ein Aboraldendrit entwickelt.

Die äußere Gitterschale trägt paarweise angeordnete Ankerfädchen, welche einen welligen Verlauf haben, in ihrer ganzen Länge mit feinen Dornen und am Ende mit 2 schwach gekrümmten, am proximalen, konkaven Rande bedornten Ankerhäkchen besetzt sind.

Durchmesser eines vollständig erhaltenen sphärischen Exemplares (Fig. 495) 3, längster und kürzester Durchmesser eines ellipsoidischen Exemplares (Fig. 494) 3,5 und 3 mm. Länge der Hauptseitengriffel über 7 mm.

Fundorte: T.-St. 14 (Golfstrom, 43° N., V., mehrere Exemplare), 32 (canarische Strömung, V., 2 Exemplare), 88, 91 (Benguelastrom, V., jeweils mehrere Exemplare), 102, 112 (südlich Kapland, innerhalb 40° S., mehrere Exemplare), 174, 175 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 215, 218 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung. In wärmeren und kühleren Meeresteilen, vielleicht in letzteren stärker verbreitete Form. Geht im Norden ein wenig, im Süden anscheinend nicht über den 40. Breitengrad hinaus, fehlt in der Antarktis. Vertikalverbreitung unbekannt. Vielleicht gehört hierher eine von LOBIANCO (1903, p. 226) im Mittelmeer erbeutete Form mit „aculei enormamente allungati".

5. Unterfamilie. Coeloplegminae.

Coeloplegmida HAECKEL, 1887.

Cölodendriden mit Nasalröhren, welche wie die Hauptseitenröhren stets als Griffel ausgebildet sind, mit amboßförmiger Galea und meist gut entwickelter Rhinocanna, mit einem Frenulum und mit äußerer Gitterschale.

Die 6 von HAECKEL hierher gerechneten Gattungen stimmen in allen wesentlichen Punkten, insbesondere was den Bau der Galea anbelangt, überein und unterscheiden sich nur durch die Zahl der zu Griffeln umgebildeten Radialröhren. Sie lassen sich auf diese Weise in einer ziemlich kontinuierlichen Reihe anordnen, deren Schlußstein durch eine neue, in der „Valdivia"-Ausbeute gefundene Gattung (*Coelanthemum*) gebildet wird.

Die Galea (Taf. LXXI, Fig. 525) ist bei sämtlichen Formen amboßförmig, mit stark verzogenem Oralteil und gut entwickelter Rhinocanna. Die von den Nasalröhren, den Hauptseitenröhren und der Apikalröhre umstellte Apikalfläche ist meist viereckig-lanzettförmig, aus zwei mit den Basen aneinander stoßenden, gleichschenkligen Dreiecken bestehend, von welchen das orale sehr gestreckt, das aborale niedrig und mit abgestumpfter Spitze versehen ist (Textfig. 41, 42). In der Regel ist die Apikalfläche ziemlich gleichmäßig gewölbt, jedoch kann sie auch an der Grenze zwischen beiden Dreiecken etwas abgeknickt sein (Fig. 515). Seltener (vergl. HAECKEL, Rep., Taf. CXXVI, Fig. 1 a) fällt die Apikalröhre ganz oder nahezu in die Verbindungslinie der beiden Hauptseitenröhren, so daß die Apikalfläche im Ganzen dreieckig erscheint. Die Aboralfläche fällt steil gegen die aboralen Partien der Schalenklappe ab. Zwischen der Galea und dem bezahnten Hinterrand der Schalenklappe ist der letzteren stets eine Aboralröhre eingepflanzt. Die Rhinocanna ist röhrenförmig, sie reicht bis an den oralen Rand der Schalenklappe, besitzt eine umgekrempte Nasenöffnung und ist durch ein vielfach sehr stark entwickeltes Frenulum mit der Stirnfläche der Galea verbunden (Fig. 525).

Nur in einem einzigen Falle, bei *Coelodecas pumilio*, fand ich abweichende Verhältnisse, insofern hier die Rhinocanna sehr kurz und weit ist, ähnlich derjenigen von *Coelodiceras* und *Coelotetraceras* (Taf. LXXI, Fig. 528).

In Bezug auf die Anordnung und Ausbildung der Radialröhren weist die Gattung *Coelographis* die einfachsten Verhältnisse auf (Textfig. 42). Hier findet sich ein mäßig entwickelter Nasalgriffel *(n)*, unmittelbar dahinter ein kurzer Postnasaldendrit *(pn)*, ferner an der hinteren Ecke der Apikalfläche ein Apikaldendrit *(ap)* und auf der Schalenklappe zwischen der Galea und den Randzähnen ein Aboraldendrit *(ab)*. Von paarigen Radialröhren sind nur

die in den Seitenecken der Apikalfläche eingepflanzten Hauptseitenröhren *(hs)* vorhanden. Im ganzen sind also nur sechs Griffel zur Ausbildung gelangt.

An *Coelographis* schließt sich einerseits *Coelodecas*, andererseits *Coelospathis* an. Bei ersterer Gattung erscheinen die Hauptseitenröhren in 2 Griffel gespalten, insofern je die ersten, auf der Oralseite der Hauptseitenröhren gelegenen Seitenäste als Griffelröhren ausgebildet sind (vergl. Textfig. 41 *hs'*). Demnach sind bei *Coelodecas* im ganzen zehn Griffel zu zählen. Speciell bei *Coelographis antarctica* lassen sich innerhalb der nämlichen Fänge alle Uebergänge vom *Coelographis*- zum *Coelodecas*-Typus verfolgen (Textfig. 42, 41). Bei der Gattung *Coelospathis* dagegen, welche in Lang's Protozoen als Typus Aufnahme gefunden hat, ist auch die Apikalröhre als Griffel entwickelt, so daß im ganzen acht Griffel vorhanden sind (Rep., Taf. CXXVIII, Fig. 1).

Eine Reihe von anderen Typen entsteht dadurch, daß auch der Nasaldendrit zu proliferieren beginnt. So kann einerseits an *Coelodecas* die Gattung *Coeloplegma* direkt angeschlossen werden, bei welcher außer der Nasalröhre und den ihrerseits in 2 Griffel gespaltenen Hauptseitenröhren auch die ersten Seitenäste der Nasalröhre zu Griffelröhren entwickelt sind, so daß man im ganzen vierzehn Griffel zählt (Taf. LXVI, Fig. 496). Andererseits schließt sich an *Coelospathis* die Gattung *Coelostylus* an, bei welcher von der Basis des Nasalgriffels ein Paar oralwärts gerichteter Griffel abgeht, die man mit Rücksicht auf die Verhältnisse bei *Coeloplegma* und anderen Formen wohl als abgespaltene Seitenäste des Nasalgriffels zu betrachten hat. Da bei *Coelostylus* außerdem jede Galea einen Apikalgriffel und 2 einfache Hauptseitenröhren trägt, so sind im ganzen zwölf Griffelröhren vorhanden (Rep., Taf. CXXVI, Fig. 3).

Als der am höchsten differenzierte Typus unter den Cöloplegminen und damit als eine der „vollkommensten" Formen unter den Phäodarien und Radiolarien überhaupt ist nach Haeckel die Gattung *Coelagalma* anzusehen, bei welcher jederseits ein Nasalgriffel, 2 nahe der Nasalröhre hervorwachsende und vermutlich als abgespaltene Seitenäste der letzteren zu betrachtende Griffel, ferner ein unpaarer, hinter dem Nasalgriffel entspringender Griffel (Postnasalgriffel?) und endlich die nahe der Basis je in 2 Griffel gespaltenen Hauptseitenröhren vorhanden sind (Rep., Taf. CXXVI, Fig. 4). Im ganzen sind demnach sechzehn Griffel zu zählen.

Auf Grund der Befunde der Deutschen Tiefsee-Expedition hat die Gattung *Coelagalma* ihren Platz an der Spitze der Cöloplegminen an die neue Gattung *Coelanthemum* abzutreten (Taf. LXVIII, Fig. 507). Hier sind Postnasal-, Apikal- und Aboralröhre als einfache Dendriten ausgebildet, dagegen spaltet sich die Nasalröhre in 4, jede der Hauptseitenröhren in 5 Griffel, so daß im ganzen achtundzwanzig Griffel vorhanden sind.

Mit der zunehmenden Zahl der Griffel verändert sich in der Reihe der Cöloplegminen nach und nach die Gestalt des ganzen Tieres. Während bei *Coelographis*, *Coelodecas* und anderen einfacheren Formen das Tier zwei Symmetrieebenen (Spaltebene und Apikalebene) und also im wesentlichen, ähnlich den Ctenophoren, die Form einer amphitekten Pyramide mit rechteckigem Grundriß besitzt (vergl. Haeckel, Rep., p. XXIV, und Mon., 1887, 2. Teil, S. 20), kehrt die Gestalt mit Zunahme der Griffelzahl allmählich in die den einfacheren Cölodendriden eigentümliche sphärische Grundform zurück, und insbesondere bei *Coelanthemum* besitzt das ganze Tier eine regelmäßige Sternform.

Mit der Zunahme der Griffelzahl ist eine Abnahme der Zahl der Verzweigungen verbunden, und dieser Umstand, sowie der eben besprochene Uebergang zur Kugel- oder Sternform be-

wirken eine weitgehende Konvergenz mit den Aulacanthiden, insbesondere mit den Gattungen *Auloceros* und *Aulospathis*. So wird schließlich von *Coelanthemum auloceroides*, welches die Höchstzahl von Griffeln, aber an jedem Griffel nur 3 Paare von Seitenästen aufweist, gewissermaßen auf phylogenetischen Umwegen ein Skeletttypus erreicht, zu welchem die Gattung *Auloceros* und *Aulospathis* auf einfacherem Wege gelangt sind (vergl. Taf. VIII, Fig. 87).

Die Halbschalen der äußeren Gitterschale besitzen bei den einfacheren Formen (*Coelographis*, *Coelodecas*, *Coeloplegma*) im ganzen die Form eines kiellosen Bootes mit flachem, von den Seitenwänden durch eine Längskante getrenntem Boden, mit spitzem Bug und abgestutztem Heck (Textfig. 47). Die Nasalröhre ist nach dem Bug, die Hauptseitenröhren nach den zwischen Seitenwand, Heckwand und Boden gelegenen Ecken gerichtet. Bei *Coeloplegma* ist auch das mittlere Griffelpaar (Taf. LXVI, Fig. 496 *hs'*) nach den Kanten, dagegen sind die sekundären Nasalgriffel (*n'*) nach dem freien Rand der Halbschalen gerichtet. Im übrigen ist der Schalenrand bei allen 3 genannten Gattungen in sehr genau übereinstimmender Weise durch einige kräftige Seitendendriten gestützt, welche von den Nasal- und Seitengriffeln ausgehen.

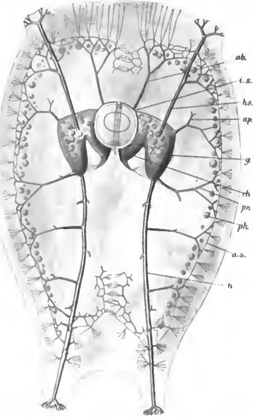


Fig. 47. *Coelographis antarctica* n. sp. Ansicht vom Schalenspalt aus. *ab* Aboraldendrit. *is* innere Schale. *hs* Hauptseitengriffel. *ap* Apikaldendrit. *g* Galea. *rh* Rhinocanna. *pn* Postnasaldendrit. *ph* Phäodellen. *as* äußere Gitterschale. *n* Nasalgriffel.

Während die beiden Halbschalen, soviel ich sehen konnte, in ihrem ganzen Aufbau stets eine weitgehende Symmetrie aufweisen, zeigen die Skeletteile in Bezug auf die zweite Symmetrieebene, die Apikalebene, keine Spiegelgleichheit, vielmehr besteht hier, namentlich was die Verteilung der kürzeren Seitenäste der Nasalröhren (z. B. von *Coelographis*) anbelangt, nur eine allgemeine, das statische Gleichgewicht bedingende Gleichförmigkeit.

Die Ränder jeder der äußeren Halbschalen sind, wie ich in Bestätigung der Angaben HAECKEL's (Rep., p. 1746, oben) hinzufügen kann, mit tangential gerichteten freien Bäumchen besetzt, welche zwischen diejenigen der anderen Halbschalen greifen (Textfig. 47). Ob die Endfäden dieser Randbäumchen Ankerchen tragen, habe ich nirgends mit Sicherheit entscheiden können, wenn es mir auch nach der sonstigen Uebereinstimmung dieser Bäumchen mit den die Außenfläche der Gitterschale besetzenden Bäumchen sehr wahrscheinlich ist.

Die Ankerfädchen der Cöloplegminen sind gestreckt und tragen 2 (*Coelographis*), 3 (*Coeloplegma*) oder 4 (*Coelospathis*) zurückgebogene Ankerhäkchen. An den am meisten proximalen Bäumchen der freien (über die Gitterschale hervorragenden) Griffelabschnitte sind einige Fädchen zurückgebogen und bilden, indem sie mit der Gitterschale anastomosieren, die bereits früher beschriebenen, charakteristischen dom- oder glockenartigen Bildungen, welche dem Skelett der Cöloplegminen ein ganz besonders reizvolles Aeußeres geben und speciell bei den Gattungen *Coelographis*, *Coelodecas* und *Coeloplegma* in durchaus übereinstimmender Weise ausgebildet sind (Taf. LXVI, Fig. 496; Taf. LXIX, Fig. 514, 516).

12. Gattung. *Coelographis* HAECKEL.

Außer dem Nasalgriffel sind nur die beiden Hauptseitenröhren als Griffel entwickelt. Es sind also im ganzen sechs Griffel vorhanden. HAECKEL erwähnt 4 pacifische und eine mediterrane Form.

Coelographis acuta n. sp.

Taf. LXIX, Fig. 514.

Coelographis acuta V. HAECKER, 1907, S. 164.

Umriß der Gitterschale lanzettförmig, Höhe 1,5 mm.

Nasalgriffel stark verlängert, 2,15 mm lang, wovon 0,65 mm auf den in die Gitterschale eingeschlossenen Teil, 0,25 auf den verhältnismäßig hohen „Dom", 1,25 auf den äußeren Spieß fallen. Innerhalb der Gitterschale trägt der Nasalgriffel nur 4—5 Paar Seitenäste, außerhalb 3 Längsreihen von 4—5 Seitenbäumchen. Der Endabschnitt ist nackt, sehr derbwandig, spießartig verjüngt. Da die Spitzen bei meinen Exemplaren abgebrochen sind, so kann ich nicht entscheiden, ob Terminalbildungen vorhanden sind. Bei der sehr starken Verjüngung des Spießes ist dies unwahrscheinlich.

Außer der geringen Größe und der spießartigen Verlängerung des Nasalgriffels ist für unsere Art noch charakteristisch die lockere Beschaffenheit des vorzugsweise aus oblongen Maschen zusammengesetzten Gitterwerks.

Fundorte: T.-St. 32 (canarische Strömung, V.), 85 (Benguelastrom, V.).

Coelographis pusilla n. sp.

Taf. LXIX, Fig. 515.

Coelographis pusilla V. HAECKER, 1907, S. 165.

Umriß der Gitterschale oval. Höhe derselben 1 mm. Länge des die Gitterschale überragenden Teiles des Nasalgriffels 0,7 mm.

Nasalgriffel an der Basis abgebogen, infolgedessen stark divergierend (ähnlich wie bei *Coelodiceras*), innerhalb der Gitterschale mit 3 Paaren Seitenästen, außerhalb des flachen Domes mit 5 Paaren Seitenbäumchen. Endstück nackt, mit zwei dichotomisch gegabelten Aesten, deren fingerförmige Endglieder mit feinen Dornen bedeckt sind.

Maschen der Gitterschale im Gegensatz zu *C. acuta* polygonal.

Fundort: T.-St. 236 (nördlicher Indik, V.).

Wiederholt wurden auch sonst (z. B. in der Antarktis) unvollständige, zwerghafte, zur Gattung *Coelographis* gehörende Formen gefunden, deren Terminalbildungen abgebrochen waren, die aber ihrem ganzen Habitus nach hierher gehören dürften.

Coelographis regina Haeckel.

Taf. LXVI, Fig. 498; Textfig. 48.

Coelographis regina Haeckel, Rep., p. 1752, Taf. CXXVI, Fig. 1a—1d; V. Haecker, 1907, S. 165.

Gestalt sehr wechselnd: in Flächenansicht nahezu gleichseitig-dreieckig mit schwach eingebuchteter Aboralseite, gestreckt-gleichschenklig-dreieckig mit tieferem aboralem Ausschnitt oder pfeilförmig mit gewölbten Langseiten und mit mehr oder weniger tiefem aboralem Ausschnitt (Textfig. 48). In den nämlichen Fängen fanden sich nebeneinander sämtliche Typen mit allen Uebergangsstufen, so daß ich an der artlichen Zusammengehörigkeit nicht zweifeln möchte.

Nasalgriffel 1½—2mal so lang, wie die Hauptseitengriffel, innerhalb der äußeren Gitterschale mit 12—30 Seitenästen, welche, namentlich gegen die Spitze zu, großenteils paarig angeordnet sind; am freien Ende mit 4—14 kurzen Endbäumchen. Terminalbildungen der Nasal- und Hauptseitengriffel dichotomisch verzweigt, mit 10—12, seltener 4—10 fingerförmigen, bedornten Endästen. Maschenwerk der äußeren Gitterschale nicht bedornt.

Längster Durchmesser der äußeren Schale (Schalenhöhe) 3—5,5 mm.

Varianten. Nicht bloß die Größe und der Umriß der Schale, sondern auch die Zahl der Seitenäste und die Länge der freien Griffelabschnitte sind bei dieser Form außerordentlichen Schwankungen unterworfen (Textfig. 48). Von den nebeneinander gefangenen Exemplaren stimmen nur wenige miteinander überein, und es ist unmöglich, irgendwo einen Einschnitt zu machen und besondere Unterarten oder Varietäten abzugrenzen. So möchte ich denn auch die Annahme machen, daß mindestens die Mehrzahl der übrigen von Haeckel aufgestellten *Coelographis*-Arten in den Formenkreis der *Coelographis regina* einzubeziehen sind, insbesondere *C. sagittella*, welche hauptsächlich durch den tiefen Ausschnitt an der Schalenbasis gekennzeichnet ist; *C. hexastyla*, deren Terminalbildungen aus 4 kreuzweise gestellten Gabeln mit je zwei fingerförmigen Endästen bestehen; wahrscheinlich auch *C. triangulum* mit gleichseitig-dreieckigem Schalenumriß und schirmartigen Terminalkronen, welche aus 8 gleichen, einfach gegabelten Aesten bestehen. Ob auch *C. gracillima* aus dem Mittelmeer hierher gehört, mag zweifelhaft erscheinen, da nach Haeckel das Maschenwerk der Gitterschale bedornt ist (vergl. hierzu Borgert, 1903, S. 738).

Lokale Verschiedenheiten sind mir in meinem Material nicht aufgefallen. Höchstens kann man sagen, daß die gleichseitig-dreieckigen Typen mit flachem Basalausschnitt (Textfig. 48 a, b) hauptsächlich im tropischen Atlantik (T.-St. 49, 55) gefischt wurden, während die sehr langgestreckten Formen (c) mehr im tropischen Indik (T.-St. 182, 215, 232, 268) auftraten, ohne daß

jedoch eine scharfe geographische Abgrenzung nachzuweisen war. Im nördlichen Indik waren einzelne kleinere Exemplare durch sehr stark verlängerte Nasalgriffel und durch die geringe Zahl der Terminaläste ausgezeichnet. Da aber die Hauptseitengriffel die für die typischen *regina*-Exemplare charakteristische Beschaffenheit aufweisen, so dürfte es sich auch hierbei nicht um selbständige Formen, sondern nur um zufällige Varianten handeln.

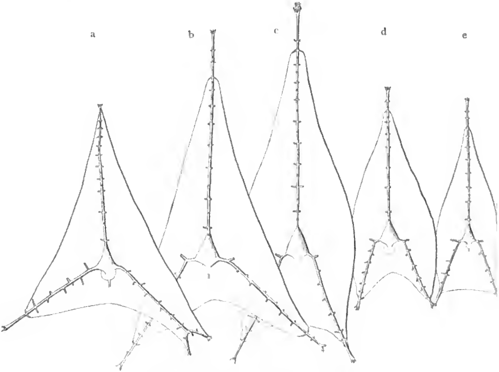


Fig. 48. Verschiedene Typen von *Coelographis regina* Haeckel.

Als eine Deformität ist ein Fall von Doppelbildung zu betrachten, welcher den einen Hauptseitengriffel eines Individuums betraf (Fig. 498a). Endlich wurden vereinzelt Entwickelungsstadien (? Entwickelungshemmungen), und zwar Individuen mit weichhäutigen, färbbaren Skeletten, vorgefunden.

Fundorte: Ch.-St. 297 (südöstlicher Pacifik, *C. regina*), 271 (centraler Pacifik, *C. sagittella*), 259 (nördlicher Pacifik, *C. hexastyla*);

T.-St. 20, 32 (canarische Strömung, 36° 40' N. und 24° 43' N., V.), 39, 41, 44, 55 (Golfstrom, V.), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 64 (Golf von Guinea, V.), 73, 74 (Benguelastrom, V.), 182 (indischer Gegenstrom, V.), 215, 217, 218, 221, 232, 236, 239, 268 (nördlicher Indik, V., zum Teil zahlreich).

Verbreitung. Offenbar trioceanische (cirkumtropische) Bewohnerin der warmen Meeresteile. Vertikalverbreitung unbekannt.

Coelographis palmata n. sp.

Taf. LXVII, Fig. 506.

Coelographis palmata V. Haecker, 1907, S. 165, Fig. 15a und b.
? *Coelographis gracillima* Borgert, 1903, S. 758.

Von voriger Art unterschieden durch die glatte Beschaffenheit und mehr flächenhafte Anordnung der Terminaläste. Da sich das einzige vorliegende Exemplar in einem Meeresgebiet (T.-St. 86, Außenrand des Benguelastroms) vorfand, wo die typische *Coelographis regina* nicht angetroffen wurde, so handelt es sich möglicherweise um eine gesonderte Art oder um eine geographische Unterart *(C. regina laevis)*. Vermutlich ist übrigens *C. palmata* identisch mit der von Borgert unter der Haeckel'schen Bezeichnung *Coelographis gracillima* beschriebenen, aus dem Südäquatorialstrom stammenden Form, „bei welcher die 7—12 kurzbedornten Endäste der Griffel nicht überall aus einer dichotomischen Verzweigung hervorgehen, sondern in einzelnen Fällen nebeneinander stehen, wie die Finger einer Hand".

Coelographis (?) coronata n. sp.

Taf. LXVII, Fig. 504.

Coelographis coronata V. Haecker, 1907, S. 165, Fig. 16.

Ein in T.-St. 44 (Guineastrom, V.) vorgefundenes Bruchstück einer Cöloplegmide wies einen Griffel auf, welcher in außerordentlich regelmäßiger, flach-kronenförmiger Anordnung 4 je zweimal gegabelte Aeste, also im ganzen 16 Endäste trug. Letztere sind entweder glatt und einfach zugespitzt, oder unterhalb der Spitze mit einem Kranz von 4 Dornen versehen (in letzterem Fall an die Endverzweigungen von *Aulokleptes flosculus tridentatus*, Taf. IV, Fig. 38, erinnernd). Ob die Form zur Gattung *Coelographis* oder etwa zu *Coelodecas* gehört, ließ sich nicht entscheiden.

Coelographis antarctica n. sp.

Taf. LXVII, Fig. 500; Taf. LXXI, Fig. 525; Textfig. 41, 42, 47.

Coelographis antarctica V. Haecker, 1907, S. 165, Fig. 1, 9, 17.

Von *Coelographis regina* hauptsächlich unterschieden durch den breit-lanzettförmigen oder nahezu pentagonalen (*Coelodecas*-ähnlichen) Schalenumriß, durch die meist ausgesprochen kronenartige Ausbreitung und in der Regel glatte Beschaffenheit der gewöhnlich sehr kurzen Terminaläste des Nasalgriffels, und durch die Neigung der ersten Seitenäste der Hauptseitengriffel zur Griffelbildung (Uebergang zum *Coelodecas*-Typus).

Im einzelnen ist folgendes zu bemerken: Der Nasalgriffel besitzt, wie ich mit großer Regelmäßigkeit bei meinen Exemplaren finde, fünf Paar parallel zur Spaltebene gelegener und

gegen den Rand der Halbschalen gerichteter Seitenäste (Textfig. 41, 42). Zwischen den einzelnen Paaren erhebt sich meist je ein unpaarer, in der Apikalebene liegender und in der Mitte der Halbschale sich ausbreitender Seitenast. Der Nasalgriffel überragt in der Regel nur wenig die äußere Gitterschale und trägt, abgesehen von der Terminalkrone, meist nur 1 oder 2, seltener bis zu 4 Seitenbäumchen. Die Terminalkrone besteht in der Regel aus drei oder vier zweimal dichotomisch sich gabelnden und flach ausgebreiteten Aesten, deren Endsprosse meist sehr kurz und glatt sind und eine regelmäßige Krone bilden (Fig. 500). Nur vereinzelt traf ich eine sehr feine Bedornung der Endsprosse an.

Die Hauptseitengriffel tragen 8—12, zum Teil paarweise angeordnete Seitenäste, von welchen der erste, gegen die Oralseite gerichtete mitunter als Griffel entwickelt sein kann (Uebergang zum *Coelodecas*-Typus, Textfig. 41). Außerhalb der Gitterschale tragen die Hauptseitengriffel in der Regel nur 2 Seitenbäumchen und eine Terminalbildung, welche meist aus 2 zweimal gegabelten Aesten besteht.

Höhe der Gitterschale 2—2,3, größte Breite 1,6—1,9 mm.

Fundorte: T.-St. 135, 136, 139, 142, 149 (Antarktis, V.).

Verbreitung. Antarktische Kaltwasserform, welche in der Antarktis vikariierend für die ihr nahestehende *C. regina* eintritt und mit ihr möglicherweise durch *C. palmata* verbunden ist.

13. Gattung. *Coelodecas* Haeckel.

Außer der Nasalröhre und den Hauptseitenröhren sind auch die ersten Seitenäste der letzteren als Griffel entwickelt. Es sind also im ganzen zehn Griffel vorhanden. Haeckel führt eine pacifische und 2 atlantische Formen an, von welchen zwei in der „Valdivia"-Ausbeute wiedergefunden wurden. Von den im ganzen 5 Formen, welche von der Tiefsee-Expedition erbeutet wurden, steht eine mit Rücksicht auf die weite und kurze thorbogenartige Rhinocanna isoliert, die übrigen bilden einen engeren Formenkreis, welcher sich bei späteren Untersuchungen vermutlich als eine einzige Großart erweisen wird.

a) Rhinocanna weit und kurz, thorbogenartig.

Coelodecas pumilio n. sp.

(*pumilio*, Zwerg.)

Taf. LXXI, Fig. 528.

Coelodecas pumilio V. Haecker, 1907, S. 166, Fig. 11.

Umriß breit-eiförmig.

Griffel stark verlängert, mit 2 stark divergierenden Terminalästen, welche sich nahe ihrem Ende zweimal dichotomisch gabeln. Endverzweigungen fein bedornt, letzte Endsprosse kurz, knospenförmig.

Höhe der Gitterschale 1,3 mm.

Fundort: T.-St. 268 (nördlicher Indik, V.).

b) Rhinocanna niedrig und lang, halbröhrenförmig.

Coelodecas furcata n. sp.

Taf. LXVII, Fig. 502.

Coelodecas furcata V. HAECKER, S. 166, Fig. 18.

Gitterschale gleichschenklig-dreieckig, mit schwachem dreieckigen Ausschnitt an der Aboralseite.

Die Terminalbildungen der Hauptseitenröhren mit 4 oder 5 fingerförmigen, glatten Endästen, welche eine Krone, ähnlich derjenigen der Radialstacheln von *Coelographis pandora*, bilden und an ihrem Ende einen Kranz von 4 kurzen, nach außen gerichteten Dornen tragen (Die Endbildungen der Nasalgriffel waren an meinem Exemplar abgebrochen.)

Höhe der Gitterschale 3,2 mm.

Fundort: T.-St. 86 (Benguelastrom, V.).

Coelodecas decastyla HAECKEL.

Taf. LXVII, Fig. 505.

Coelodecas decastyla HAECKEL, Rep., p. 1755.

Aeußere Gitterschale mit gleichschenklig-dreieckigem Umriß, mit etwas ausgebogenen Seitenkanten und flachem Ausschnitt an der Aboralseite, im ganzen mit den gewöhnlichen Schalenformen von *Coelographis regina* übereinstimmend.

Nasalgriffel mit 12—18 Seitenästen, von welchen die nach den Kanten der Halbschalen abgehenden meist genau gegenständig sind, und mit 5—8 freien Seitenbäumchen. Terminalbildung meist aus zwei dreimal gegabelten Aesten bestehend, deren Endsprosse fingerförmig, fein bedornt und mit einer kleinen Zackenkrone versehen sind. Letztere besteht aus 3 oder 4 nach außen gerichteten Dornen. Verzweigung der Seitengriffel weniger reichlich, ihre Endbildung meist schwächer entwickelt.

Schalenhöhe 2,5—2,8, größte Breite 2 mm (nach HAECKEL 3,6 bezw. 2,7 mm).

Die vorliegende Form stimmt, abgesehen von der geringeren Größe, recht gut mit *C. decastyla* HAECKEL überein, nur daß der Schalenumriß für letztere Art als pentagonal angegeben wird. Indessen ist auf diesen Unterschied kein großer Wert zu legen, da auch bei anderen Formen der Schalenumriß großen individuellen Schwankungen unterworfen ist (vergl. besonders *Coeloplegma murrayanum*).

Bezüglich der Zahl, Länge und Bedornung der Terminalsprosse sind mir sehr beträchtliche individuelle Verschiedenheiten zu Gesicht gekommen. Die reichlichste Verzweigung fand ich bei einem Exemplar aus T.-St. 112, dessen Nasalgriffel etwa 36 Terminalsprosse aufwies.

Fundorte: Ch.-St. 272 (centraler Pacifik, HAECKEL);

T.-St. 32 (canarische Strömung, V.), 39 (Guineastrom, V.), 102 (Agulhasstrom, warm, V.), 174 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 214, 217, 218, 236 (nördlicher Indik).

Verbreitung. Offenbar cirkumtropische Bewohnerin warmer Meeresteile.

Coelodecas pentagona HAECKEL.

Taf. LXIX, Fig. 513.

Coelodecas pentagona HAECKEL, p. 1756.

Nach HAECKEL von voriger unterschieden durch den regelmäßig pentagonalen Schalenumriß, in welchem Höhe und Breite ungefähr gleich sind, und durch die unregelmäßige Verzweigung der Terminalkronen, welche 12—16 schlanke, gekrümmte, mit einem bedornten Endknopf versehene Finger tragen. Höhe nach HAECKEL 2,6, Breite 2,4 mm.

Fundort: Ch.-St. 332 (südlicher Atlantik).

Mit dieser Form gehören wahrscheinlich zusammen verschiedene im Atlantik und Indik gefischte *Coelodecas*-Exemplare, welche ihrerseits als zusammengehörig gekennzeichnet sind durch die geringe Größe (Höhe 2 mm), den ovalen bis pentagonalen Schalenumriß, den sehr stark verlängerten Nasalgriffel und die besondere Form der Terminalkronen. Letztere bestehen aus zwei Aesten, welche sich in zwei weitausladende, unregelmäßig (nicht dichotomisch) verzweigte Sekundäräste gabeln, deren Endsprosse mit einem bedornten Knopf versehen sind.

Hierher gehört wahrscheinlich auch eine in T.-St. 218 gefischte monströse Form, deren eine Hauptseitenröhre nicht in zwei Griffel gespalten, sondern dendritisch verzweigt war. Die betreffende Galea trug 2 überzählige, verkümmerte Dendriten (Koincidenz von Abnormitäten!).

Fundorte: Ch.-St. 332 (südlicher Atlantik, HAECKEL);

T.-St. 20 (canarische Strömung, 36° 40' N., V.), 65 (Golf von Guinea, V.), 85 (Benguelastrom, V.), 112 (Agulhasbank, V.), 215 (nördlicher Indik).

Coelodecas pymaea n. sp.

Taf. LXVII, Fig. 501.

Coelodecas pygmaea V. HAECKER, 1907, S. 167, Fig. 19.

Schalenumriß breit-eiförmig, mit gerader Aboralkante.

Nasalgriffel mit 5 Paar Seitenästen, von welchen 3 nach den Seitenkanten der Schalenhälften gerichtet sind, 2 in der Apikalebene liegen. Derselbe ist nur wenig über die Gitterschale verlängert und trägt, ebenso wie die Seitengriffel, eine regelmäßig gebaute Terminalbildung, welche aus 2 zwei-, seltener dreimal gegabelten Terminalästen besteht. Die 8 oder mehr Endsprosse sind sehr lang und schlank, meist wellig gebogen, in ihrer ganzen Länge mit kräftigen zurückgekrümmten Haken und am Ende mit einer stempelförmigen Verbreiterung versehen, welche drei bis fünf kräftige, nach auswärts gerichtete Zähne trägt (Fig. 501, rechts). Bei einem Exemplar waren die Endsprosse gerade und trugen nur wenige Haken (Fig. 502, links).

Höhe der Gitterschale 1,3—1,5 mm.

Fundorte: T.-St. 32 (canarische Strömung, V.), 49 (Südäquatorialstrom, V.), 115 (Wurzel des Benguelastromes, 36° 23' S., V.), 218 (nördlicher Indik, V.).

Coelodecas ambulacrum n. sp.

Taf. LXVII, Fig. 503.

Coelodecas ambulacrum V. HAECKER, 1907, S. 167, Fig. 20.

Diese in 2 nicht ganz vollständigen Exemplaren vorliegende Form ist gekennzeichnet durch die außerordentlich reichliche Verzweigung und die zierliche Form der Terminalkrone.

Diese besteht sowohl bei den Nasal- als bei den Seitengriffeln aus 2 Terminalästen, welche sich ihrerseits in der Regel 4mal dichotomisch gabeln. Die zweiunddreißig Endsprosse sind verhältnismäßig lang und schlank, mitunter etwas wellig gebogen, und tragen einige wenige kräftige, zurückgekrümmte Seitenhaken und eine flache Endspathille mit 5 bis 6 kurzen, rückwärts gekrümmten Zähnchen.

Schalenhöhe etwa 1,8 mm.

Fundorte: T.-St. 142, 149 (Antarktis, V.).

Verbreitung. *C. ambulacrum* scheint in der Antarktis an Stelle der nahe verwandten *C. pygmaea* zu treten, von welcher sie sich vorzugsweise durch die reichlichere Verzweigung und die derbere Beschaffenheit der Endbildung unterscheidet. Sie würde sich damit den schon äußerlich durch die derberen Skelettstrukturen gekennzeichneten Charakterformen der Antarktis anreihen.

14. Gattung. *Coeloplegma* HAECKEL.

Außer der Nasalröhre und den Hauptseitenröhren sind in der Regel sowohl das erste Seitenastpaar der Nasalröhre, als der erste unpaare Seitenast der Hauptseitenröhren zu Griffeln entwickelt. Es sind also im ganzen vierzehn Griffel vorhanden.

HAECKEL beschreibt 2 Formen, *C. murrayanum* und *tritonis*, welche sich im wesentlichen durch die Schalengestalt unterscheiden — die erste hat einen subcirkulären oder leicht pentagonalen Umriß und schwache „Dombildungen", die letztere einen heptagonalen Umriß und stark entwickelte Dombildungen —. HAECKEL giebt jedoch selber an, daß beide Formen durch zahlreiche Uebergangsstufen verbunden sind und so nur die extremen Pole einer langen Reihe von „Darwinian metamorphic forms" bilden, und auch meinem Material zufolge sind beide Formen zweifellos in einer Art zu vereinigen.

Coeloplegma murrayanum HAECKEL.

Taf. LXVI, Fig. 496.

Coeloplegma murrayanum + *C. tritonis* HAECKEL, Rep., p. 1757—1758, Taf. CXXVII, Fig. 1 und Fig. 2—13; BORGERT, 1901 a, S. 47, Fig. 54 und 55.
Coeloplegma murrayanum MÖBIUS, 1887, S. 123; FOWLER, 1898; ? LO BIANCO, 1903.

Schalenumriß annähernd kreisförmig, breit-oval, fünfeckig oder siebeneckig. „Dombildungen" bald mehr, bald weniger stark entwickelt.

Nasalgriffel nur mit einem Paar stärkerer, nach der Schalenkante abgehender Seitenäste, welche in der Regel ihrerseits zu Griffeln entwickelt sind, zuweilen aber auch nur als Dendriten ausgebildet sein können (vergl. die Fig. 1 bei HAECKEL). Freier Teil des Nasalgriffels verschieden lang (vergl. Fig. 1 und 2 bei HAECKEL), bei meinen Exemplaren meist mit 3 oder 4 Paaren freier Endbäumchen. Die Terminalbildungen aller Griffel bestehen aus 2 dünnen, 2—3mal gegabelten Aesten, deren Endsprosse einen feinbedornten Endknopf tragen.

Höhe der Gitterschale (ohne den freien Abschnitt der Nasalgriffel) bei meinen Exemplaren 1,5—1,6 mm. Nach HAECKEL beträgt die „Länge" der Schale 1,6—2,5 mm.

Varianten: *C. murrayanum* weist, wie bereits erwähnt, hinsichtlich der Schalengestalt, sowie bezüglich der Entwickelung der Dombildungen und der freien Griffelabschnitte und offenbar auch

in Bezug auf die Zahl der zu Griffeln entwickelten Radialröhren zahlreiche Verschiedenheiten auf. Allem nach haben die Uebergänge einen gleitenden, nicht einen sprungweisen Charakter.

Fundorte: Nördlicher Atlantik, Golfstrom, beim Färöer-Kanal (HAECKEL); Golfstrom, östlich Rockall (MÖBIUS); Färöer-Kanal (wiederholt im „Epiplankton", in Tiefen oberhalb 2, 10 und 30 Faden, außerdem im „Mesoplankton" in den Tiefen von 465—335 und 480—350 Faden gefischt, FOWLER); ? Mittelmeer (LO BIANCO);

T.-St. 10, 11 (Golfstrom, V., mehrere Exemplare), 20 (canarische Strömung).

Verbreitung. Diese bisher nur in den nordöstlichen Gebieten des Atlantik gefundene Form scheint, den Angaben FOWLER's zufolge, pamplanktonisch zu sein und sogar in den oberflächlichen Schichten des Phaoplanktons vorzukommen.

15.—17. Gattung. *Coelospathis* HAECKEL, *Coelostylus* HAECKEL und *Coelagalma* HAECKEL.

Von den 6 zu diesen Gattungen gehörenden, von HAECKEL beschriebenen Formen sind 5 pacifisch, eine (*Coelostylus bisenarius*) indisch. *Coelospathis ancorata* ist von LANG (Lehrb. d. vergl. Anat., Protozoa, S. 47) als Beispiel eines besonders kompliziert gebauten einzelligen Wesens herangezogen worden.

18. Gattung. *Coelanthemum* n. gen.

Nasalröhre in 4, jede der Hauptseitenröhren in 5 Griffel gespalten. Im ganzen achtundzwanzig Griffel.

Coelanthemum auloceroides n. sp.

Taf. LXVIII, Fig. 507; Taf. LXIX, Fig. 516.

Coelanthemum auloceroides V. HAECKER, 1907, S. 168, Fig. 13.

Gestalt der äußeren Gitterschale annähernd sphärisch, Gesamtkörper sternförmig.

Galea steil-amboßförmig, vollständig in der oralen Hälfte der Schalenklappe gelegen, mit kurzer und ziemlich weiter Rhinocanna, deren aufgekrempter Rand durch ein Frenulum mit der Stirnfläche der Galea verbunden ist.

Nasalröhre dicht über der Basis zweimal gegabelt und in 4 Griffel gespalten, Hauptseitenröhren ebenfalls dicht über der Basis in 5 büschelförmig ausstrahlende Griffel gespalten. Außerdem sind ein Postnasal- und ein stark aboralwärts gerichteter Apikaldendrit vorhanden. Einen Aboraldendriten konnte ich nicht nachweisen, vielmehr werden die aboralen Teile der Gitterschalenhälften durch 2 Seitengriffel der Hauptseitenröhren gestützt. Die Verästelung der sämtlichen Griffel ist eine sehr regelmäßige und sehr einfache (Fig. 516): innerhalb der äußeren Gitterschale, und zwar dicht unterhalb derselben, geht nur ein einziges Paar gegenständiger, größerer Spangen von den Griffeln ab, auf der Höhe der Gitterschale tritt in einer senkrecht zum ersten Paar gelegenen Ebene ein zweites Paar gegenständiger Spangen in das Maschenwerk ein, und außerhalb der Gitterschale ist nur ein Paar Seitenbäumchen vorhanden, welche mit ihren zurück-

gebogenen fadenförmigen Verzweigungen in das Gitterwerk eintreten und so einen flachen „Dom" bilden. Die Terminalbildungen bestehen aus 2 ein- oder zweimal gegabelten Aesten, deren feinbedornte Endsprosse 2 oder 3 kleine Terminalknöpfe tragen. Im ganzen erinnert der Bau des Skelettes und speciell die Anordnung und Endverzweigung der Radialelemente sehr an manche Aulacanthiden, insbesondere an *Auloceros*, *Aulokleptes* und *Aulospathis*, wobei die äußere Gitterschale von *Coelanthemum* mit dem tangentialen Nadelmantel, bezw. mit den proximalen Quirlen von *Aulospathis* verglichen werden könnte.

Durchmesser der äußeren Gitterschale 1,3, des ganzen Skelettes 1,9 mm.

Fundort: T.-St. 268 (nördlicher Indik, 2 Exemplare).

Nachtrag zu den Tripyleen.

Familie Astracanthidae.

Taf. LXXII.

Dicystine (d. h. mit 2 Centralkapseln ausgestattete) Tripyleen mit radiär angeordneten, hohlen, am distalen Ende mit verschiedenartigen Endbildungen ausgestatteten Radialstacheln, deren innere Enden an der Oberfläche einer centralen Hohlkugel zusammenstoßen.

Beim ersten Sortieren des „Valdivia"-Materials hatte ich eine Anzahl von großen Radiolarien, die an Bord zum Teil mit der Etikette „Riesenacantharien" versehen waren, bis auf weiteres, ohne sie genauer zu untersuchen, zurückgestellt. Die Bearbeitung der Tripyleen war schon ihrem Ende nahegerückt, als ich bei der Durchsicht einer kleineren, nachträglich mir zugegangenen Sendung abermals auf diese Formen stieß und nunmehr erkannte, daß die betreffenden sternförmigen Skelette nicht zu den Acantharien, sondern zu den Tripyleen zu stellen sind. So kommt es, daß ich die „Astracanthiden", wie ich die neuen Formen nennen möchte, im Text und auf den Tafeln nicht an ihrem richtigen Platze, sondern in einem Nachtrag zu den Tripyleen unterbringen muß. Der Fehler ist deshalb kein sehr großer, weil, wie gezeigt werden soll, die Astracanthiden nicht bloß eine nahe Verwandtschaft zu den Aulacanthiden, sondern auch gewisse Beziehungen zu den Cölodendriden erkennen lassen. Sie schließen gewissermaßen die linear angeordnete Reihe der Tripyleenfamilien zu einem Ring zusammen.

Die Skelette der Astracanthiden sind ungemein zierliche Sterne von einem Durchmesser von 3,6—4,5 mm. Die Astracanthiden gehören also zu den größeren Tripyleen.

Ueber die Gesamtform der Tiere kann ich keine sicheren Angaben machen, da bei allen meinen Exemplaren ein großer Teil der Stacheln abgebrochen war und so nicht entschieden werden konnte, ob sie alle von gleicher Größe sind. Da wenigstens einige Skelette deutlich eine Anordnung der Radialstacheln in mehreren Kränzen aufwiesen, so ist es nicht ausgeschlossen, daß die Astracanthiden eine von der Kugel abweichende, speciell eine linsenförmige Gestalt besitzen, ähnlich wie viele Acantharien.

Die Radialstacheln sind hohl, wie die der Aulacanthiden, Aulosphäriden und Cölodendriden. Ein Achsenstrang, wie er in den Tangentialbalken und Radialstacheln der Aulosphäriden vorkommt, fehlt. Auch sind die Radialstacheln nicht, wie die Balken und Stacheln

der Aulosphäriden, im Centrum des Sternes mit keilförmig verjüngten Enden gegeneinander gestemmt, vielmehr ruhen sie auf einer centralen Kugel, welche, wie die Stacheln selbst, aus einer kieseligen Schale und einer gallertigen Innenmasse besteht (Textfig. 49).

Die Bewaffnung der Radialstacheln ist bei den einzelnen Formen eine sehr verschiedenartige. Bei *A. paradoxa* (Taf. LXXII, Fig. 530, 534—536) sind die äußeren Abschnitte der Radialstacheln mit kurzen, nach außen gekrümmten Dornen besetzt, welche großenteils solid sind und höchstens in ihrem basalen Abschnitt einen Achsenkanal erkennen lassen. Die Dornen sind meist zugespitzt und tragen nur vereinzelt Andeutungen von Spathillen, gegen das proximale Ende des Stachels hin verkürzen sie sich zu kurzen Knöpfchen. Im ganzen ist ihre Verteilung eine unregelmäßige, doch kann auch, wenigstens in den distalen Stachelabschnitten, eine Tendenz zu Quirlbildung hervortreten.

Bei *A. heteracantha*, mit welcher Form wahrscheinlich das früher (S. 90) beschriebene *Aulodendron heteracanthum* (Taf. X, Fig. 92) identisch ist, sind die äußersten Abschnitte der Radialstacheln, abgesehen von der aus 3 oder 4 kräftigen Zähnen bestehenden Terminalkrone, mit auswärts gekrümmten, massiven Dornen besetzt. Die inneren Stachelabschnitte tragen ebenfalls massive, mit spathillenähnlichen Endbildungen versehene Dornen, welche großenteils wohl als verstümmelte Dendriten zu deuten sind, deren dichotomische Verzweigungen unmittelbar an ihrer Abgangsstelle abgebrochen sind (vergl. Taf. X, Fig. 92). Bei *A. heteracanthoides* (Taf. LXXII, Fig. 531—532) fand ich hohle Aeste von im übrigen ähnlicher Beschaffenheit, wie diejenigen der vorigen Art, während bei *A. umbellifera* (Fig. 533) die unregelmäßig gekrümmten Radialstacheln in ihren äußeren Abschnitten mit einer Anzahl längerer, dichotomisch verzweigter Aeste besetzt sind und sehr an die Radialstacheln von *Aulodendron indicum* (Haeckel, Rep., p. 1590, Taf. CV, Fig. 1) erinnern, nur daß sie keine deutlichen Spathillen tragen.

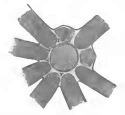


Fig. 49. Durchschnitt durch den Stern einer jungen *Astracantha* mit noch häufiger Skelettanlage. Die Radialstacheln sind mit dunkel färbbarer, die centrale Skelettkugel mit etwas hellerer Gallerte gefüllt. T.-St. 32.

Die Wandung der Radialstacheln der Astracanthiden besteht, wie die der übrigen Tripyleen, aus einer Kieselverbindung. Längeres Glühen auf dem Platinblech und 24-stündige Behandlung der Skelette mit konzentrierter Schwefelsäure oder rauchender Salpetersäure läßt dieselben vollkommen unversehrt.

Mehrere Exemplare boten Verhältnisse dar, welche in entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht von einigem Interesse sind. Bei einem Individuum von *A. paradoxa* (Textfig. 49) waren die Stacheln noch weichhäutig und enthielten in ihrem Innern eine färbbare, wahrscheinlich gallertige Flüssigkeit, bei einem Exemplar von *A. heteracanthoides* dagegen war der Hohlraum der äußeren Stachelabschnitte großenteils durch eine körnige Masse verdrängt, welche durchaus an die sekundäre Verkieselung von *Auloceros* und anderen Aulacanthiden erinnert (vergl. Taf. LXXII, Fig. 532, mit Taf. XLIV, Fig. 335). Es ist anzunehmen, daß es sich in beiden Fällen um Entwickelungsstadien handelt, und ferner ist aus der Beschaffenheit der offenbar noch jungen Stacheln von *A. heteracanthoides* zu schließen, daß die fertigen Radialstacheln in ihren äußeren Abschnitten eine starke Wandverdickung aufweisen, im Gegensatz zu den proximalen Teilen, welche gerade bei dieser Form sehr dünnwandig sind.

Eine andere Beobachtung bezieht sich auf ein Exemplar von *A. paradoxa* (Taf. LXXII, Fig. 534—536). Hier waren nahezu alle Radialstacheln auf gleicher Höhe, nämlich ungefähr an der Grenze zwischen dem äußeren und mittleren Drittel in eigentümlicher Weise durch eine Naht unterbrochen, zum Teil auch eingeschnürt oder sonstwie unregelmäßig ausgebildet. In der Umgebung dieser Stelle waren die Dornen mit besonders breiten Basen versehen, welche eine oder mehrere, im Präparat zum Teil mit Luft gefüllte Kammern aufwiesen, und an ihrer Spitze unregelmäßig gezähnelt. Man könnte bei dieser Deformation in erster Linie an Regeneration denken, indessen spricht dagegen der Umstand, daß alle Stacheln die betreffende Verbildung an der nämlichen Stelle zeigen, und ich möchte daher die Erscheinung eher als eine Entwickelungsstörung deuten: man wird anzunehmen haben, daß während des Auswachsens der häutigen Stachelanlagen eine den ganzen Weichkörper betreffende, vorübergehende Störung eingetreten ist, durch welche das gleichmäßige Auswachsen eine Unterbrechung erlitt. Erst nachdem diese Störung überwunden und das Wachstum der Stachelanlage vollendet war, trat die Verkieselung ein, und nun kam jene Wachstumsstockung in dem Auftreten einer Naht und in der Deformation der Seitendornen zum Ausdruck. Ich möchte unter anderem an die früher (S. 55, Taf. XLII, Fig. 301) beschriebene Aberration von *Auloceros trigeminus* erinnern, welche ebenfalls nicht auf lokale Störungen, sondern nur auf eine im ganzen Weichkörper gleichmäßig zur Herrschaft gelangte, an allen Punkten desselben wirksame konstitutionelle Abweichung der formbildenden Sarkode zurückgeführt werden kann.

Alle Exemplare von *Astracantha*, welche überhaupt etwas vom Weichkörper erkennen ließen, besaßen zwei Centralkapseln. Ich möchte daher mit Bestimmtheit annehmen, daß die Astracanthiden, ähnlich wie *Phaeocolla valdiviae*, wie die dicystinen Aulacanthiden und die Tuscaroren, normalerweise zwei Centralkapseln besitzen. Die beiden Centralkapseln liegen einander mehr oder weniger diametral gegenüber und sind mit ihrer, durch eine lange Proboscis ausgezeichneten Astropyle gegen das Centrum des Skelettes gerichtet. Im übrigen haben sie eine birnförmige Gestalt und sind mit einer außerordentlich derben Membran ausgestattet. Parapylen konnte ich weder an den ganzen Centralkapseln, noch an den (infolge vielfacher Zerreißung der derben Kapselmembran allerdings unvollständigen) Schnittserien mit Sicherheit feststellen. Die intrakapsuläre Sarkode ist auf der Astropylenseite sehr dicht und vakuolenarm, dagegen befindet sich im Rücken des Kernes eine große linsenförmige Vakuole, welche sehr an die große Gallertmasse im parapylären Abschnitt der Centralkapseln mancher großen Medusettiden (Taf. LVII, Fig. 455) erinnert und wie diese als hydrostatischer Apparat funktionieren mag. Der Kern hat eine ellipsoidische Gestalt und zeigt eine grobschollige Struktur, ähnlich den Kernen der dicystinen Aulacanthiden. Im übrigen war der Konservierungszustand meiner Präparate für die Untersuchung der kerngeschichtlichen Verhältnisse nicht ausreichend, was vielleicht ebenfalls mit der Derbheit und Undurchlässigkeit der Centralkapselmembran zusammenhängen mag.

Der Astropyle der Centralkapseln ist ein kleines Phäodium vorgelagert.

Ueber die Horizontalverbreitung der Astracanthiden läßt sich zur Zeit nur soviel sagen, daß sie sowohl im tropischen Atlantik und Indik, als auch im Benguelastrom und in der Antarktis vorkommen. Noch weniger bestimmte Angaben lassen sich über die Vertikalverbreitung machen. Die bedeutende Größe der Tiere und ihr Fehlen in den Plankton-

zügen lassen es als wahrscheinlich erscheinen, daß man es mindestens mit knephoplanktonischen Formen zu thun hat, wofern sie nicht noch größeren Tiefen angehören.

Was die systematische Stellung der Astracanthiden anbelangt, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß sie als nächste Verwandte der Aulacanthiden anzusprechen und zusammen mit diesen der Unterordnung der Phaeosphaeria einzureihen sind. Die Diagnose dieser Unterordnung muß demnach lauten:

„Tripyleen ohne Skelett oder mit zahlreichen, hohlen Radialstacheln, welche mit ihren proximalen Enden frei im Weichkörper stecken oder zu einem Stern verbunden sind."

Auch zu den Aulosphäriden und zu den Cölodendriden zeigen die Astracanthiden nähere Beziehungen, insbesondere stimmen sie mit letzteren hinsichtlich der Gestalt der Hohlstacheln und deren Verzweigungsweise *(A. umbillifera!)* in weitgehender Weise überein.

Alles in allem werden sie im horizontalen Stammbaum am besten ihren Platz zwischen den Aulacanthiden, Aulosphäriden und Cölodendriden finden, so daß sie die Lücke zwischen den Aulacanthiden und Cölodendriden einigermaßen ausfüllen (Textfig. 50).

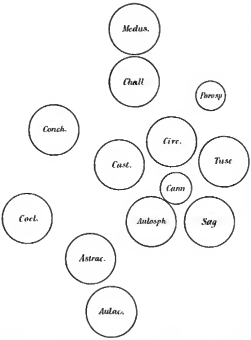


Fig. 50. Horizontalprojektion des Stammbaums der Tripyleen nach Einfügung der Astracanthiden. Verbessert gegenüber dem S. 6 abgebildeten Stammbaum.

Bei einem Vergleich der Astracanthiden mit den Aulacanthiden und Cölodendriden ergiebt sich übrigens noch ein interessanter Gegensatz hinsichtlich der Art und Weise, in welcher in den genannten drei Familien der Uebergang aus der sphärischen in die bilateralsymmetrische Form vollzogen, bezw. der Versuch gemacht wird, der Konkurrenz, welche zwischen Centralkapsel und radiären Skelettstrukturen bezüglich des Weichkörpercentrums besteht, gerecht zu werden (1907, S. 159):

„Bekanntlich wird bei vielen Spumellarien, sowie bei den Acantharien dieser Gegensatz in der Weise ausgeglichen, daß die central gelegene Centralkapsel von den Radialstacheln durchbohrt wird. Dagegen schlagen die genannten Tripyleenfamilien sehr verschiedene Wege ein, und zwar zeigen speziell die Astracanthiden und die Gruppe der Cölodendriden und Cölographiden extreme Verhältnisse. Während nämlich bei den ersteren die hohlen Radialstacheln

im Centrum des Tieres zusammenstoßen und hier miteinander zu einem Stern verkittet sind und während bei ihnen durch die Verdoppelung der aus dem Centrum verdrängten Centralkapsel ein Gleichgewichtszustand wiederhergestellt wird, sehen wir bei den Cölodendriden und Cölographiden ein umgekehrtes Verhältnis: die Centralkapsel behauptet ihren Platz in der Mitte des Weichkörpers, und dafür sind die radialen Skelettelemente auf zwei Centren konzentriert. Eine dritte Abweichung von der monocentrischen Anordnung, und zwar, rein morphologisch betrachtet, eine Art Zwischenstufe zwischen dem Verhalten der Astracanthiden und der Cölodendriden-Cölographiden, findet sich bei den dicystinen, d. h. regelmäßig mit zwei Centralkapseln ausgestatteten Aulacanthiden (*Aulographis pandora* u. a.). Hier findet man vielfach, wenn auch nicht immer, daß neben der Duplicität der Centralkapseln auch die Radialstacheln eine ausgeprägt dicentrische Anordnung aufweisen."

Astracantha paradoxa n. sp.

Taf. LXXII, Fig. 530, 534—536; Textfig. 49.

Astracantha paradoxa V. Haecker, 1906c, S. 890, Fig. 12.

Mit 20—30 2,2 mm langen Radialstacheln, welche in ihren äußeren Abschnitten mit kurzen, massiven, nach außen gekrümmten Dornen, gegen das proximale Ende hin mit kurzen Knöpfchen in meist unregelmäßiger, seltener annähernd quirlförmiger Anordnung besetzt sind. Vereinzelte Dornen tragen Andeutungen von Spathillen.

Zwei Centralkapseln.

Fundorte: St. 44 (Guineastrom, V.), 182 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 218, 236 268 (nördlicher Indik, V.).

Offenbar Warmwasserform.

Astracantha heteracantha n. sp.

? *Aulodendron heteracanthum* V. Haecker, 1905, S. 347, Fig. 8 (s. oben S. 90, Taf. X, Fig. 92).
Astracantha heteracantha V. Haecker, 1906c, S. 891, Fig. 13.

Mit 30—40 1,8 mm langen Radialstacheln, welche im distalen Teil mit nach außen gekrümmten Zähnen, im proximalen mit reich verzweigten Dendriten ausgestattet sind. Außerdem trägt das Stachelende eine Terminalkrone von 3 oder 4 kräftigen, massiven, nach außen gerichteten Zähnen.

Mit dieser Form, von welcher mir ein centraler Stern mit mehren vollständigen Radialstacheln vorliegt, zeigt eine große Uebereinstimmung das oben (S. 90) beschriebene *Aulodendron heteracanthum*, dessen Diagnose auf einem im „Gauß"-Material isoliert gefundenen Radialstachel begründet war. Die proximalen Stachelanhänge des letzteren tragen meiner früheren Beschreibung zufolge ausgeprägte Spathillen, indessen handelt es sich hier höchst wahrscheinlich um abgebrochene Dendriten (vergl. auch die Bemerkungen über den heterogenen Charakter der in der Gattung *Aulodendron* zusammengestellten Formen, S. 88 f.).

Fundort der *Astracantha heteracantha*: T.-St. 149 (Antarktis, V), des *Aulodendron heteracanthum*: tropischer Atlantik bei Ascension („Gauß").

Astracantha heteracanthoides n. sp.

Taf. LXXII, Fig. 531—532.

Von voriger Form dadurch unterschieden, daß die distalen Abschnitte der Radialstacheln eine sekundäre Verkieselung zeigen (ähnlich den Radialstacheln von *Auloceros* u. a.) und daß die Seitenäste der Radialstacheln hohl sind und sämtlich senkrecht abstehen; die proximalen Seitenäste sind dendritisch verzweigt, die distalen Seitenäste und die Terminaläste tragen wahrscheinlich spathillenähnliche Endbildungen.

Fundort: T.-St. 85 (Benguelastrom, V.).

Astracantha umbellifera n. sp.

Taf. LXXII, Fig. 533.

Astracantha umbellifera V. Haecker, 1906 c, S. 891, Fig. 14.

Mit 14—15 1,8—2,2 mm langen, mehr oder weniger gekrümmten Radialstacheln, welche eine Anzahl längerer, hohler, senkrecht abstehender, dichotomisch verzweigter Aeste tragen. Die letzten Enden der Verzweigungen sind spitzig oder mit winzigen, schwach bedornten Knöpfchen versehen.

Die vorliegende Form erinnert sehr an *Aulodendron indicum* Haeckel (Rep., p. 1590, Taf. CV, Fig. 1), nur daß bei letzterer Form die Verzweigungen mit ausgesprochenen Spathillen enden.

Fundorte: T.-St. 217, 218 (nördlicher Indik, V.).

II. Die skelettführenden Collodarien als Trabanten der Tripyleen.

Die Spumellarien („Schaumsternchen", Ehrenberg, 1875, S. 156) oder Peripyleen (R. Hertwig, 1879, S. 133) bilden bekanntlich die erste Legion im Haeckel'schen Radiolariensystem. Sie werden definiert als Radiolarien, welche eine einfache und von zahllosen Poren gleichmäßig durchbohrte Membran besitzen.

An diese Definition lassen sich gewisse sachliche Bedenken knüpfen. Denn in Wirklichkeit sind die Poren nur bei sehr wenigen Formen thatsächlich zur Beobachtung gelangt. Haeckel (1862, p. 71) fand bei *Thalassicolla*, daß die dicke Membran „auf dem Querschnitt (auf Falten) sehr dicht von feinen parallelen Strichen durchsetzt erscheint. Diese sind wahrscheinlich auf feine Porenkanäle zu beziehen". R. Hertwig (1879, S. 106), der Schöpfer der Bezeichnung „Peripyleen", bemerkt, daß der Nachweis der Poren durch direkte Beobachtung nur bei Formen mit außergewöhnlich dicker Membran gelingt, nämlich bei den Thalassicollen und manchen Sphärozoiden, und Brandt (1885, S. 33) teilt mit, daß er die Porenkanäle nur bei einer jugendlichen Kolonie von *Collosphaera Huxleyi* nach Behandlung mit Jodspiritus gesehen habe.

Weitere Angaben sind mir nicht bekannt geworden. Für die Sphärellarien fehlen solche ganz, und ich selbst habe weder bei den Orosphäriden noch bei den Thalassothamniden, welche

beide Familien ebenfalls zu den Spumellarien gehören, am konservierten Material Porenkanäle wahrnehmen können. Allerdings ist bei den Oroscenen die Centralkapselmembran (im Gegensatz zur Membran älterer Kerne) von nur mäßiger Dicke, und bei der Thalassothamnidengattung *Cyclocladus* ist sie, wie auch O. Schröder angiebt, sogar als sehr fein zu bezeichnen, und es wäre also nach Obigem denkbar, daß damit die Schwierigkeit des Nachweises zusammenhängt, jedenfalls ist es aber nicht wohl angängig, das Vorhandensein von solchen Poren jetzt schon als allgemeinen Charakter der Peripyleen zu bezeichnen (Haeckel, Rep., p. XXIX; Mon., Vol. II, p. 25).

Trotzdem nun aber die obenerwähnte Definition auf der Verallgemeinerung einiger weniger Befunde beruht und demnach noch nicht als eine durchweg gültige bezeichnet werden kann, dürfte es doch sehr wahrscheinlich sein, daß thatsächlich die von Haeckel vorgeschlagene Umgrenzung der „Legion" der Spumellarien natürliche Verwandtschaftsverhältnisse zum Ausdruck bringt, und daß die verschiedenen hierher zu rechnenden Haupttypen, nämlich die außerordentlich zierlichen, vielfach durch komplizierte Skelette ausgezeichneten Sphärellarien, die koloniebildenden Polycyttarien und die großen, zum Teil mit einem mächtigen hydrostatischen Apparat, zum Teil mit kräftigen Skelettbildungen ausgestatteten Collodarien (sens. strict.), drei divergirende, besonderen Lebensbedingungen angepaßte Entwickelungsrichtungen darstellen, welche von einem gemeinschaftlichen Centrum ausgegangen sind. Als Grundplan in der Organisation ist wohl die sphärisch-konzentrische Anordnung der Körperteile zu betrachten (Haeckel, Rep., p. 6).

Damit kommen wir bereits auf die Systematik der Spumellarien zu sprechen. Haeckel (1883, 1887) hat die Legion der Spumellarien ausschließlich nach der Beschaffenheit des Skelettes in zwei Sublegionen, in die der Collodarien und Sphärellarien, eingeteilt. Erstere entbehren entweder des Skelettes (*Thalassicolla* u. s. w.) oder ihr Skelett besteht aus unzusammenhängenden Spiculis (*Thalassoxanthium* u. s. w.), letztere besitzen eine zusammenhängende Gitterschale. Daraus ergiebt sich die Einteilung in 6 Ordnungen:

1. Sublegion: Collodaria. Skelett fehlend oder unvollständig.	Skelett fehlt	1. Ordnung Colloida. a) Monozoa (Thalassicollida). b) Polyzoa (Collozoida).
	Skelett besteht aus einzelnen Spiculis	2. Ordnung Beloidea. a) Monozoa (Thalassosphaerida). b) Polyzoa (Sphaerozoida).
2. Sublegion: Sphärellaria. Skelett eine vollständig geschlossene Gitterschale.	Gitterschale kugelig	3. Ordnung Sphaeroidea.
	Gitterschale ellipsoidisch	4. Ordnung Prunoidea.
	Gitterschale scheiben- oder linsenförmig	5. Ordnung Discoidea.
	Gitterschale dreiachsig-ellipsoidisch	6. Ordnung Larcoidea.

In diesem System sind die koloniebildenden Formen an drei verschiedenen Stellen unterzubringen: die skelettlosen Collozoen bei den Colloideen, die mit Spiculis ausgestatteten Sphärozoen bei den Beloideen und die mit Gitterschalen versehenen Collosphären bei der Sphaeroideen. Was dann die beiden, den Spumellarien neu einzureihenden Gruppen anbelangt, so würden die Thalassothamniden mit einem großen Riesenspiculum eventuell bei den Beloideen, die Orosphäriden (welche von Haeckel noch zu den Tripyleen gestellt worden waren) bei den Sphäroideen unterzubringen sein.

Gegen die ausschließliche Berücksichtigung des Skelettes bei der Einteilung der Spumellarien und insbesondere gegen die dadurch bedingte Außeinanderreißung der koloniebildenden Formen hat sich Brandt (1885, 1902) gewandt. Brandt (1902) hält es, vor

allem mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Kerne und die von ihm selbst beschriebenen Fortpflanzungsvorgänge, für unbedingt nötig, die koloniebildenden Formen (einschließlich der von Haeckel zu den Sphärellarien gestellten Collosphären) von den monozoen skelettlosen oder nur mit Spiculis bewaffneten Spumellarien, den „Colliden", abzutrennen und sie einer besonderen Gruppe (Sphaerozoea, Polyzoa) zusammenzufassen. Immerhin hält er die Verwandtschaft zwischen den Colliden und den Polyzoen für eine engere als diejenige zwischen diesen beiden Gruppen und den übrigen Spumellarien, und er bringt dies dadurch zum Ausdruck, daß er die beiden Gruppen in einer besonderen Unterlegion (Sphaerocollida) zusammenfaßt und diese der Unterlegion der Sphärellarien gegenüberstellt. Demnach gelangt Brandt zu folgender Einteilung (1902, S. 83):

1. Legion: **Spumellaria.**
- 1. Unterlegion: **Sphaerocollida.**
  - 1. Ordnung: Collida.
    - 1. Familie: Thalassicollidae.
    - 2. Familie: Thalassophysidae.
    - 3. Familie: Physematidae.
  - 2. Ordnung: Sphaerozoea (Polyzoa).
    - 1. Familie: Sphaerozoidae.
    - 2. Familie: Collosphaeridae.
- 2. Unterlegion: **Sphaerellaria**

u. s. w.

Ich halte die Anschauung von Brandt für durchaus richtig, wonach eine verbesserte Klassifikation der Radiolarien und insbesondere der Spumellarien nicht ausschließlich auf das Skelett, sondern auch auf die Verhältnisse des Calymmas, der Centralkapsel und des Kernes, sowie auf die Fortpflanzungsgeschichte Rücksicht zu nehmen hat. Dabei ist freilich zu beachten, daß ein Einteilungsversuch auf dieser breiteren Basis deswegen zurzeit noch undurchführbar ist, weil erstens die eigenen kerngeschichtlichen Studien Brandt's wegen der damals noch unvollkommenen Technik nicht allen Anforderungen genügen, die wir heute an derartige Untersuchungen stellen, und weil ferner über die kern- und fortpflanzungsgeschichtlichen Verhältnisse der großen Gruppe der Sphärellarien noch so gut wie gar nichts bekannt ist. Erst wenn einmal in dieser Richtung mehr geschehen ist, wird man zu einem natürlichen System der Spumellarien gelangen können, und der Forscher, dem es zum ersten Mal vergönnt sein wird, ein gut konserviertes Material von Sphärellarien, etwa von den größeren Astrosphäriden, in die Hand zu bekommen, wird zweifellos berufen sein, einen großen Schritt in der Systematik und Fortpflanzungsgeschichte der Radiolarien vorwärts zu tun.

Einigen Punkten darf man aber vielleicht jetzt schon näher treten, und man wird insbesondere die Frage erheben müssen, ob die Anschauung Haeckel's richtig ist, wonach die als Colloidea monozoa oder Thalassocollida (Rep., p. 10) bezeichneten großen, skelettlosen monozoen Formen an den Anfang der ganzen Reihe der Spumellarien und damit der Radiolarien überhaupt zu stellen sind.

Man wird zunächst unter diesen Formen zwei Gruppen unterscheiden und die kleinen (zum Teil nur 0,2—0,4 mm großen), der Alveolen entbehrenden Actissen der Gesamtheit

der großen, mit Alveolen ausgestatteten Formen *(Thalassolampe, Thalassopila, Thalassicolla, Thalassophysa)* gegenüberstellen müssen.

Was die erstere Gruppe anbelangt, so ist der schon von R. HERTWIG (1879, S. 33) ausgesprochene Verdacht, daß die Actissen Entwickelungszustände von größeren *Thalassolampe-* und *Thalassicolla*-Arten darstellen, aus verschiedenen, namentlich von BRANDT (1902, S. 81) hervorgehobenen Gründen sehr naheliegend, und man wird sogar noch weiter gehen dürfen und unter den Actissen nicht bloß die Jugendstadien der skelettlosen, sondern auch die der nadelführenden und gepanzerten Formen zu suchen haben. Wenigstens glaube ich für *Oroscena regalis* ganz bestimmt annehmen zu dürfen, daß den Ausgangspunkt der Entwickelung ein Actissa-ähnliches Stadium bildet.

Was dann die zweite Gruppe der skelettlosen monozoen Arten anbelangt, so steht der Auffassung, daß man es mit besonders primitiven Formen zu thun hat, schon ihre bedeutende Größe im Wege. Der Durchmesser der hierher gehörenden Formen beträgt im Mittel 3—5 mm, einige, wie *Thalassolampe maxima*, erreichen eine Größe von über 12 mm. Nun wird man aber doch kaum eine so bedeutende Entfaltung der Weichkörperdimensionen als einen ursprünglichen Charakter betrachten wollen, vielmehr hat man zweifellos in dieser Größenentwickelung eine weitgehende, von den typischen Verhältnissen der meisten übrigen Protozoen stark divergierende Specialisierung zu suchen, welche mit der Entwickelung eines besonderen hydrostatischen Apparates in Gestalt der Calymmahülle und des intra- und extrakapsulären Alveolenmantels zusammenhängt.

Wenn wir uns dann daran erinnern, daß z. B. bei den größeren Medusettiden *(Planktonella, Atlanticella)* mit der Ausbildung eines besonderen hydrostatischen Apparates eine Rückbildung des Skelettes Hand in Hand gehen kann, so wird man zu der weiteren Vermutung geführt, daß bei unseren großen Spumellarien auch die Skelettlosigkeit einen sekundären Zustand darstellt, welcher sich gleichzeitig mit der Entwickelung von Calymma und Alveolenmantel herausgebildet hat, und daß also die monozoen Colloideen von skelettführenden, monozoen Formen, also von den Beloidea monozoa abzuleiten sind. Jedenfalls dürfte diese Auffassung zur Zeit ebensoviel für sich haben, wie die gegenteilige, von HAECKEL vertretene Ansicht. Es sei zum Ueberfluß noch an die zahlreichen Fälle erinnert, in welchen speciell bei pelagischen Tierformen eine Rückbildung des Skelettes stufenweise zu verfolgen ist, so an die fortschreitende „Rudimentation“ der Schale bei den Heteropoden und Pteropoden[1]) und an die Skelettlosigkeit der Pelagothurien[2]).

Wir werden also zu der Auffassung geführt, daß speziell die monozoen Colloideen (Thalassicollida) wohl schwerlich an die Wurzel des Radiolarienstammes zu stellen sind, und es könnte sich also nach dem eben Gesagten vielleicht noch darum handeln, ob vielleicht ihren skelettführenden Verwandten, den monozoen Beloideen HAECKEL's (Thalassosphaerida), diese Stelle einzuräumen ist. Zunächst ist hier zu sagen, daß keinerlei Hinweis darauf besteht, daß die Spikula dieser Formen irgendwie nähere Beziehung zu den komplizierten Skeletten der Sphärellarien haben, daß sie insbesondere den Ausgangspunkt für diese letzteren Skelettbildungen gebildet haben, und so hat denn auch schon HAECKEL (Rep., p. CVI; Mon., 2. Teil, p. 89) die Vermutung

1) Vergl. LANG-HESCHELER, Lehrb. d. vergl. An., 1900, S. 84.
2) Vergl. C. CHUN, Aus den Tiefen des Weltmeeres, 2. Aufl., 1905, S. 546.

ausgesprochen, daß die Skelettbildung der Beloideen und die der Sphäroideen unabhängig voneinander eingetreten ist.

Berücksichtigt man noch den Umstand, daß zu den Beloideen auch die mächtigen, mit einem hochspecialisierten Skelett ausgestatteten Formen der Thalassothamniden *(Thalassothamnus, Cytocladus)* und Orosphäriden gehören (vergl. Taf. LXXIII—LXXVI), so gewinnt man, wie ich glaube, den Gesamteindruck, daß ebenso wie die Gruppe der monozoen Colloideen auch diejenige der monozoen Beloideen gegenüber den Sphärellarien im ganzen eher einen jüngeren und differenzierteren Charakter besitzt. Ob zu Gunsten dieser Auffassung auch das Fehlen von fossilifizierten Beloideen und die eigentümliche Fortpflanzungsgeschichte von *Oroscena* angeführt werden kann, darüber wird erst zu entscheiden sein, wenn einerseits bezüglich der Widerstandskraft und Erhaltungsfähigkeit der Beloideenskelette im Meeresschlamm genauere Angaben vorliegen, andererseits auch die Fortpflanzungsgeschichte anderer Spumellarien genauer bekannt ist.

Alles in allem bin ich also der Ansicht, daß die skelettlosen monozoen Colloideen und die skelettführenden monozoen Beloideen zusammen eine gut abgegrenzte Gruppe bilden, welche, im Vergleich mit der großen Masse der kleinen skelettführenden Spumellarien, eher einen einseitig specialisierten, als einen primitiven Charakter besitzt und welche also im System nicht vor, sondern hinter die Sphärellarien zu stellen wäre. Man würde diese Gruppe als Collida (κόλλα, Gallerte; Haeckel, 1862, S. 244; R. Hertwig, 1879, S. 32; Brandt, 1902) oder, vielleicht besser, um Namen mit gleichen Endungen zu gewinnen, als **Collodaria** (sensu strict.) zu bezeichnen haben.

Nach Brandt (1902, S. 81) würde diese Abteilung in die drei Familien der Physematiden (mit kugeligem Kern und mit intrakapsulären Vakuolen), Thalassicolliden (mit kugeligem Kern und mit extrakapsulären Vakuolen) und Thalassosphäriden (Kern meist mit radialen Aussackungen, Kernsubstanz in Innen- und Außenmasse gesondert) zerfallen. In jeder dieser drei Familien würden nach Brandt sowohl skelettlose als skelettführende Formen unterzubringen sein, so daß also die Brandt'schen Familien der Thalassicolliden und Thalassosphäriden einen anderen Umfang haben, als die gleichbenannten Familien im Haeckel'schen System. Diesen drei Familien würden dann die neue Familie der Thalassothamniden *(Thalassothamnus, Cytocladus)* und die von Haeckel zu den Tripyleen gestellte Familie der Orosphäriden anzuschließen sein.

Was nun ferner die koloniebildenden Formen (Polyzoen, Polycyttarien, Haeckel, 1862, S. 116; Sphärozoiden, R. Hertwig, 1879, S. 29; Sphärozoeen, Brandt, 1885) anbelangt, so werden wir sie zur Zeit wohl am besten, nach dem Vorgang von Brandt und im Gegensatz zu Haeckel, als eine einheitliche, gegen die Collodaria s. str., aber auch gegen das Gros der Spumellarien abgeschlossene Gruppe betrachten. Die Gründe, welche Brandt (1885, S. 270; 1902, S. 85) zu Gunsten dieser Auffassung angeführt hat, insbesondere sein Hinweis auf den vielkernigen Charakter der koloniebildenden Formen, können auch heute noch als stichhaltig betrachtet werden. Angesichts unserer unvollständigen Kenntnisse von den Kernverhältnissen der Spumellarien ist es freilich nicht ausgeschlossen, daß sich späterhin die Notwendigkeit einer systematischen Umstellung herausstellen wird. Vorläufig möchte ich indessen, wie gesagt, mit Brandt eine engere Zusammengehörigkeit aller koloniebildenden Formen annehmen und sie als eine specialisierte, aber gegenüber den Collodarien weniger hochentwickelte

Gruppe (Brandt, 1902, S. 87) betrachten. Ich schlage für sie die alte Haeckel'sche Bezeichnung **Polycyttaria** (κυττάριον, Diminutiv von κύτταρος, Kapsel) vor.

Danach ergiebt sich folgende Einteilung:

Ordnung: Spumellaria.
1. Unterordnung: **Sphaerellaria.**
2. Unterordnung: **Polycyttaria.**
   1. Familie: Sphaerozoidae.
   2. Familie: Collosphaeridae.
3. Unterordnung: **Collodaria** (s. str.) **[Collida].**
   1. Familie: Physematidae.
   2. Familie: Thalassicollidae.
   3. Familie: Thalassophysidae.
   4. Familie: Thalassothamnidae.
   5. Familie: Orosphaeridae.

Welche von den hier aufgezählten Gruppen sind nun in den größeren Meerestiefen, speciell in den skoto- und nyktoplanktonischen Schichten vertreten und fallen daher in den Rahmen dieser Arbeit?

Was zunächst die Sphärellarien anbelangt, so hat das Schließnetzmaterial der „Valdivia" eine ganze Anzahl von Formen geliefert, welche, nach dem Erhaltungszustand des Weichkörpers zu schließen, als regelmäßige Bewohner der größeren Tiefen zu betrachten sind. Dieselben sollen, zusammen mit einigen tiefenlebenden Nassellarien, im dritten Kapitel dieser Arbeit beschrieben werden.

Unter den Polycyttarien sind die Collozoen und Sphärozoen sicher phaoplanktonisch (vergl. Lo Bianco, 1903, S. 223). Auch die Collosphären scheinen nach den Angaben von Brandt (1885) und Haeckel (1887) mindestens sehr häufig in den Oberflächenschichten vorzukommen, so daß auch sie zu den phaoplanktonischen Formen gerechnet werden dürfen.

Unter den Collodarien sind wenigstens die Thalassicollen und Thalassophysen ebenfalls als phaoplanktonische Formen (d. h. als Bewohner der Oberflächenschichten von 0 bis 30 oder 50 m) zu bezeichnen (vergl. Lo Bianco, 1903, S. 223). Nicht ganz sicher ist die Vertikalverbreitung der skelettführenden Collodarien aus den 3 Familien der Physematiden, Thalassicolliden und Thalassophysiden, also derjenigen Formen, welche von Haeckel in der Familie der Thalassosphäriden zusammengefaßt worden waren. Haeckel selbst giebt für die meisten der hierher gehörigen Formen ein oberflächliches Vorkommen an, aber aus den wiederholt angedeuteten Gründen sind die Tiefenangaben im Challenger-Report nicht so genau, wie die der späteren Expeditionen, und es ist daher schwer zu entscheiden, inwieweit die betreffenden Notizen für unsere Frage herangezogen werden können. Auch aus den Mitteilungen von Brandt (1902, S. 64 ff.) lassen sich keine sicheren Anhaltspunkte gewinnen, und ebenso versagt in dieser Richtung das „Valdivia"-Material, da sich die Thalassoxanthien und verwandte Formen stets nur in offenen Vertikalnetzzügen vorfanden. Ich möchte es als wahrscheinlich betrachten, daß, je nach der Stärke der Skelettteile, die einzelnen Formen verschiedene Meerestiefen bewohnen, daß

sie aber nicht zu den eigentlichen Tiefenbewohnern zu zählen sind, wie denn auch Haeckel die von ihm beschriebenen Arten fast sämtlich als Oberflächenformen bezeichnet.

Anders steht es mit den beiden anderen Familien der Collodarien, mit den Thalassothamniden und Orosphäriden. Für die letzteren wird durch einige Schließnetzfänge direkt bewiesen, daß sie thatsächlich zur skoto- und nyktoplanktonischen Fauna gehören; für die Thalassothamniden fehlen allerdings ganz bestimmte Angaben, und eine Form, *Cytocladus spinosus*, ist von Doflein, eine andere, *Cytocladus* sp., von der „Valdivia" sogar oberhalb 200 m gefunden worden, aber die starke Ausbildung des Skelettes vieler hierher gehörigen Formen und ihre bedeutende Größe dürfte darauf hinweisen, daß mindestens ein Teil von ihnen bis in tiefere Schichten herabsteigt, wie denn auch bisher keine der hierher gehörigen Formen mit Bestimmtheit in den eigentlichen Oberflächenschichten gefunden wurde.

Im ganzen würden also unter den Spumellarien für die vorliegende Arbeit, abgesehen von den im dritten Kapitel zu besprechenden Sphärellarien, in erster Linie die Thalassothamniden und Orosphäriden als Begleiter der tiefenlebenden Tripyleen in Betracht kommen.

4. Familie. Thalassothamnidae n. fam.

Thalassothamnidae V. Haecker, 1906c, S. 879.

Collodarien mit einem einzigen Riesen-Doppelspikulum.

In der neuen Familie der Thalassothamniden fasse ich eine Anzahl von teilweise sehr großen Radiolarien zusammen, deren Skelett als eine Specialisierung des Collodarienskelettes erscheint und welche sich auch hinsichtlich des Baues des Kernes und der Centralkapsel, insbesondere auch in Bezug auf die Beschaffenheit der Konkretionen und der Kernmembran, aufs engste an die skelettführenden Collodarien, namentlich an die Gattung *Thalassoxanthium* anschließen.

Alle hierher gehörigen Arten sind von kugeliger oder ellipsoidischer Form und von bedeutender Größe. Der Durchmesser der kleinsten Formen beträgt 6—8, der der größten 12 bis 14 mm. Letztere lassen also, was die Masse des eigentlichen Weichkörpers anbelangt, alle anderen bekannten Radiolarien hinter sich zurück. Nur die größten vielkapseligen Exemplare von *Aulospathis variabilis aulodendroides* (Taf. IX, Fig. 89) kommen mit einem Maximaldurchmesser von etwa 8 mm im nicht kontrahierten Zustand den kleineren Exemplaren von *Thalassothamnus* und *Cytocladus* gleich. Was die Gesamtgröße einschließlich des ganzen Schwebeapparates anbelangt, so weisen allerdings einige Tuscaroriden (*Tuscarora Luciae*, Taf. XXVII, Fig. 207) und Cölodendriden wesentlich größere Maße auf.

Gehen wir über zur vergleichenden Betrachtung der Skelettbildungen, so bereitet es keine Schwierigkeiten, das Skelett von *Thalassothamnus* und *Cytocladus* von den bekannten Doppelspikulis von *Thalassoxanthium* und *Sphaerozoum* abzuleiten. Schon bei *Thalassoxanthium* finden sich nicht selten beträchtliche Größenunterschiede zwischen den einzelnen Spikulis. So fand ich z. B. bei einer Form (*Thalassoxanthium mixtum* n. sp.), welche in T.-St. 120 gefischt wurde und in die Nähe von *Th. ovodimare* Haeckel (Rep., p. 34) zu stellen ist, nebeneinander Spikula, deren Einzelstrahlen zwischen wenigen Hunderstelmillimetern und 0,5—0,6 mm schwankten (Textfig. 51). Man könnte die Ansicht vertreten, daß etwa die kleinen Spikula die Rolle von Fremdkörpern

spielen, wie man ja auch bei Tripyleen nicht selten innerhalb des Weichkörpers fremde Skelettelemente antrifft. Indessen zeigt die Abbildung, daß zwischen den kleinsten und größten Typen alle Uebergänge existieren, so daß an ihrem homogenen Ursprung nicht gezweifelt werden kann. Diesen Vorkommnissen reiht sich sodann das von Haeckel (Rep., p. 43, Taf. IV, Fig. 3) beschriebene *Sphaerozoum alveolatum* an, bei welchem jede einzelne Centralkapsel von einem sehr großen und einer Anzahl sehr viel kleinerer Spikula umlagert ist. Hier ist also schon eine extreme Differenzierung eines einzelnen Spikulums eingetreten, und es ist eigentlich nur noch ein Schritt bis zu denjenigen Formen der neuen Gattung *Thalassothamnus*, bei welchen sich das ganze Skelett



Fig 51. Doppelspikula von sehr verschiedener Größe von *Thalassoxanthium mixtum* n. sp. T.-St. 120.

in Gestalt eines mächtigen Riesen-Doppelspikulums darstellt. Besonders klar tritt dieser Charakter des Skelettes bei *Thalassothamnus tenerrimus* (Textfig. 53) und bei einigen Exemplaren von *Th. ramosus* (Textfig. 54) zu Tage, während bei anderen Exemplaren der letzteren Art (Textfig. 55), sowie bei *Th. genista* (Textfig. 56) die langen Radialstacheln, unter Verkürzung des kurzen Achsenstabes des Doppelspikulums, aus der dicentrischen in die monocentrische Anordnung übergegangen sind.

Ein besonderes Interesse gewährt der in der Antarktis gefundene *Th. spermatophorus* (Textfig. 57), insofern bei ihm neben dem großen Riesen-Doppelspikulum eine Anzahl teils freier, teils mit dem Hauptskelett verschmolzener Nebenspikula auftreten. Dieselben besitzen einen kuge-



Fig. 52.

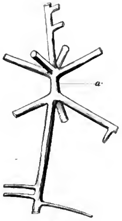


Fig. 54.

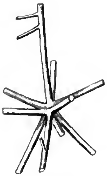


Fig. 55.

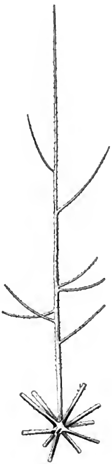


Fig. 56.



Fig. 53.

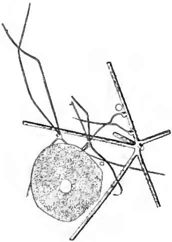


Fig. 57.

Fig. 52. Doppelspikulum von *Thalassothamnus tenerrimus* n. sp. T.-St. 39.

Fig. 53. Centrale Partie des Doppelspikulums von *Thalassothamnus tenerrimus* n. sp. T.-St. 39.

Fig. 54—55. Centrale Partien der Doppelspikula zweier Exemplare von *Thalassothamnus ramosus* n. sp. T.-St. 135. In Fig. 54 ist der Achsenbalken *(a)* stark entwickelt, in Fig. 55 reduziert.

Fig. 56. Doppelspikulum von *Thalassothamnus genista* n. sp. T.-St. 190.

Fig. 57. Doppelspikulum, Nebenspikula und Centralkapsel von *Thalassothamnus spermatophorus* n. sp. T.-St. 135.

ligen Centralteil und 1—4 stachelförmige Anhänge und machen infolge der Unregelmäßigkeit ihrer Form den Eindruck von rudimentären Gebilden. Man darf daher vielleicht *Th. spermatophorus*, was den Differenzierungsgrad des Skelettes anbelangt, in eine Linie mit dem oben erwähnten *Sphaerozoum alveolatum* bringen.

Noch mehr als in der Gattung *Thalassothamnus* ist bei *Cytocladus* (Taf. LXXV, Fig. 539) die ursprüngliche Form des Doppelspikulums verwischt, insofern der Achsenstab meist vollkommen zurückgebildet ist und die Knotenpunkte der beiden Stachelkränze dicht aufeinander gerückt erscheinen. Schon Schröder hat erkannt, daß die Radialstacheln in zwei Gruppen geordnet sind, und er fügt hinzu, daß zwei der Stacheln eine Art Längsachse bilden und um jeden dieser beiden Stacheln je 5 der übrigen Radialstacheln kranzförmig angeordnet sind. Soviel ich sehe, trifft diese Beschreibung für alle mir vorliegenden Formen von *Cytocladus*, so weit sie mit 12 Radialstacheln ausgestattet sind, zu, nur möchte ich, wie gesagt, die ganze Anordnung in der Weise deuten, daß es sich um ein umgebildetes Doppelspikulum mit reduziertem Achsenstab handelt. Speciell bei *Cytocladus tricladus* und *gracillimus* kann man deutlich eine ringförmige Einschnürung zwischen den beiden Knoten erkennen.

Alles in allem möchte ich es also als feststehend betrachten, daß die Skelettbildungen der Thalassothamniden den Doppelspikulis von *Thalassoxanthium* und *Sphaerozoum* morphologisch gleichwertig sind und ihnen gegenüber eine höhere Differenzierungsstufe darstellen. In physiologischer Hinsicht ist allerdings, und dies scheint mir von besonderem Interesse zu sein, ein Funktionswechsel eingetreten. Während nämlich die kleine Doppelspikula von *Thalassoxanthium* und *Sphaerozoum* im Innern des Weichkörpers gelagert sind und also funktionell beispielsweise mit den inneren Ankerfädchen von *Cannosphaera* (S. 127) oder mit den intermediären Stützelementen der Spongien zu vergleichen sind, d. h. als innere Druckfänger oder Druckverteiler dienen, bildet das Skelett von *Thalassothamnus* und *Cytocladus* ein einheitliches Stützgerüst, dessen äußerste, annähernd auf einer kugeligen oder ellipsoidischen Fläche gelegene Spitzen auch hier die Aufgabe haben, das Oberflächenhäutchen („extrakalymmales Sarkodehäutchen") abzustützen und ausgespannt zu halten. Schon Schröder (1906, S. 590) hat nämlich die Ansicht ausgesprochen, daß speciell bei *Cytocladus spinosus* die Gallerte das gesamte Skelett einschließt, so daß höchstens die Spitzen der Stacheln hervorragen, und ich selbst kann diese Angabe im Hinblick auf ein besonders gut konserviertes Exemplar dahin ergänzen daß mindestens in bestimmten physiologischen Zuständen auch die Spitzen der Stacheln von der Gallerte eingeschlossen und in der vorhin erwähnten Weise von dem Oberflächenhäutchen überdacht bleiben. Das Skelett der Thalassothamniden zeigt demnach auch funktionell eine weitgehende Konvergenz mit demjenigen der Cölodendriden, und es ist hier insbesondere auf die überraschende Uebereinstimmung hinzuweisen, welche die dreiästigen Hauptseitendendriten von *Coelechinus wapiticornis* (Taf. LXX, Fig. 518) mit der Verzweigungsweise von *Cytocladus tricladus* (Textfig. 63 b) zeigen.

Der extrakapsuläre Weichkörper setzt sich, wenigstens bei *Cytocladus*, aus einer dünnen extrakapsulären Plasmalage, aus der von einem Netzwerk feinster Plasmafädchen durchzogenen Gallerthülle (Calymma) und einem äußersten, stärker färbbaren Häutchen, dem extrakalymmalen Sarkodehäutchen, zusammen. Schröder (1906 b, S. 590) fand bei *Cytocladus spinosus* innerhalb der extrakapsulären Plasmaschicht „zahlreiche, am ungefärbten Objekt gelbbraun gefärbte, teils kugelige, teils kommaförmige Körnchen, die der Centralkapselmembran meist dicht anliegen und

der ganzen Centralkapsel ein bräunliches Aussehen verleihen". Auch in der Gallerthülle wurden vereinzelt diese Körnchen angetroffen. Bei einem mir vorliegenden, ziemlich vollständig erhaltenen Exemplar von *C. gracilis* konnte ich diese Gebilde nicht wiederfinden, dagegen ließen sich innerhalb des Calymmas vereinzelte Kieselgehäuse von Diatomeen und Mikroradiolarien feststellen.

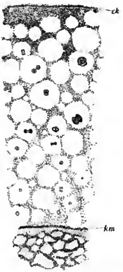


Fig. 58. Teil eines Durchschnittes durch die Centralkapsel von *Thalassoxanthium octoceras* Haeckel. *ck* Centralkapselmembran. *km* Kernmembran.



Fig. 58a. Kernmembran von *Thalassoxanthium octoceras*.

Ueber den extrakapsulären Weichkörper von *Thalassothamnus* vermag ich keine Angaben zu machen.

Von besonderem Interesse ist der Bau der Centralkapsel und des Kernes der Thalassothamniden, weil sich aus der Betrachtung ihrer histologischen Verhältnisse mit noch größerer Sicherheit, als aus der Untersuchung des Skelettes, die Zugehörigkeit der Thalassothamniden zu den Collodarien sens. strict. ergiebt.

Um diese Beziehungen klarzulegen, muß zunächst in kurzem auf die bisher bekannten skelettführenden Collodarien (Beloideen Haeckel's) zurückgegriffen werden, und zwar seien zunächst einige Worte über die Centralkapsel einer Collodarie vorausgeschickt, welche ich im Hinblick auf das Fehlen der extrakapsulären Alveolen und nach der Beschaffenheit der Spikula als *Thalassoxanthium octoceras* Haeckel (Rep., p. 34) bestimmt habe. Ihr Fundort war T.-St. 66 (Golf von Guinea), als Farbe der Centralkapsel war auf der Etikette „orangerot" angegeben.

Der Durchmesser der Centralkapsel (Textfig. 58) beträgt 0,85, derjenige des Kernes 0,3 mm Die Centralkapselmembran (*ck*) ist außerordentlich dünn und auf ihrer Oberfläche mit sehr kleinen Vorsprüngen versehen, welche sich auf dem Durchschnitt als Stäbchen oder Leisten darstellen. Die sehr kleinen (höchstens 0,03 mm großen) Alveolen der Intrasarkode sind sehr dicht gedrängt und ziemlich gleichmäßig in dem Raum zwischen Centralkapsel- und Kernmembran verteilt. „Große" Alveolen, von mehr als 0,1 mm Durchmesser, wie sie bei zahlreichen anderen Collodarien konstant in der intrakapsulären Sarkode vorkommen, finden sich nicht. Innerhalb der Alveolen liegen die bekannten geschichteten Konkretionen, welche schon von A. Schneider, Haeckel und R. Hertwig für *Thalassicolla* beschrieben worden sind, und zwar kommen bei der vorliegenden Species hauptsächlich kugelige und biskuit- und hantelförmige Typen vor. Seltener sind mehrlappige. Die Kernmembran (Textfig. 58 *ck*, 58 a) weist dünnwandige, mehrfach gelappte, zottenförmige Ausstülpungen auf, das (offenber ungenügend konservierte) Kernplasma besitzt eine grob spongiöse Struktur mit grobschaumigem Maschenwerk und feinwabigen Alveolen.

Mit den hier vorgeführten Verhältnissen, welche ihrerseits mit der von Haeckel und R. Hertwig für *Thalassicolla* gegebenen Beschreibung im guten Einklang stehen, stimmt nun in allen wesentlichen Punkten die Centralkapselstruktur von *Thalassothamnus* und *Cytocladus* überein, so

daß schon aus diesen Gründen an der nahen Verwandtschaft aller dieser Formen nicht gezweifelt werden kann.

Bei einem genauer untersuchten Exemplar von *Thalassothamnus genista* (Taf. LXXVII, Fig. 543) besitzt die Centralkapsel einen Durchmesser von 0,8, der Kern einen solchen von 0,15 mm. Die Centralkapselwandung stellt sich hier als eine einfache Membran dar. In der intrakapsulären Sarkode sind die höchstens 0,03—0,05 mm großen Alveolen weniger dicht gedrängt, als bei *Thalassoxanthium*, und die von ihnen eingeschlossenen, geschichteten Konkretionen sind größtenteils stäbchenförmig in die Länge gezogen und in ihrer Mitte meist von einem Kranz von gelblichen Körnchen umgeben (Taf. LXXVII, Fig. 544). Die peripheren Teile der intrakapsulären Sarkode enthalten zahlreiche, halbmondförmige, dunkler tingierte Verdichtungen, deren konvexe Seite nach dem Innern der Centralkapsel gerichtet ist (Fig. 543a); etwas weiter innen folgen dann kugelige Ballen von der nämlichen Beschaffenheit, die ich wegen ihres deutlich alveolisierten Baues früher (1906c, p. 884) als „schaumige Ballen" beschrieben habe (Fig. 543b). Die größeren von diesen Ballen schließen eine Alveole ein, welche ihrerseits sehr häufig eine der vorhin erwähnten stäbchenförmigen Konkretionen enthält. Nicht selten (Fig. 543c) ist die Alveole exzentrisch gelagert, derart, daß sie auf dem Schnitt von einem unregelmäßigen Ring oder einem Halbmond umgeben erscheint („schaumige Ringe"). Man kann wohl die Bilder nur so deuten, daß in den peripherischen Schichten der Centralkapsel Verdichtungen der Sarkode entstehen, welche allmählich in centripetaler Richtung weitergeschoben werden und in ihrem Innern eine immer größer werdende Vakuole entwickeln. Innerhalb dieser Vakuole kann dann eine Konkretion zur Abscheidung kommen.

Die Kernmembran ist, wie diejenige von *Thalassoxanthium*, von zahlreichen kleinen Zotten bedeckt, welche jedoch auf dem von mir untersuchten Stadium nicht als dünnhäutige, von heller Sarkode erfüllte Ausstülpungen der Kernmembran erscheinen, sondern als homogene dunkel gefärbte Zäpfchen, welche der stark verdickten Membran aufsitzen. Aus den gleich zu beschreibenden Beobachtungen bei *Cytocladus* geht hervor, daß die Strukturverhältnisse bei *Thalassothamnus* (Fig. 543) gegenüber den bei *Thalassoxanthium* vorgefundenen (Textfig. 58a) ein etwas älteres Stadium darstellen. Das Kernplasma war bei den untersuchten Exemplaren von *Thalassothamnus* schlecht erhalten: an der Kernperipherie waren einige scheibenförmige Gebilde zu erkennen, welche innerhalb einer alveolisierten Grundsubstanz dunkel tingierte Ballen und Stränge erkennen lassen und den „Chromosomenbläschen" von *Oroscena* (s. unten) entsprechen.

Nach dem Gesagten kann kein Zweifel darüber bestehen, daß *Thalassothamnus* in die nächste Nachbarschaft von *Thalassoxanthium* und anderen skelettführenden Collodarien gehört, und das gleiche gilt für die Gattung *Cytocladus*. Der Beschreibung, welche O. Schröder (1906, 1906a, 1906b) von der intrakapsulären Sarkode von *Cytocladus* gegeben hat, soll nur so viel hinzugefügt werden, daß bei jüngeren Exemplaren von *Cytocladus* ebenfalls „schaumige Ballen" auftreten, welche von einer oder von mehreren Vakuolen durchsetzt sein können (Taf. LXXVII, Fig. 546*b*), und daß außer den homogen erscheinenden, von Schröder als Konkretionen beschriebenen Körnchen auch größere, geschichtete Konkretionen auftreten, welche durchaus an die einfacheren Vorkommnisse bei *Thalassicolla* u. a. erinnern (Taf. LXXVII, Fig. 545, 547*c*). Was dann die beiden von Schröder (1906a, S. 217, Taf. XII, Fig. 6 und 7, und 1906b, S. 589) beschriebenen Modifikationen der Kernmembran anbelangt, so stellen sie sich als ver-

schiedene Entwickelungszustände dar: in jüngeren Centralkapseln (Fig. 546) erscheinen die Zotten der Kernmembran als dünnhäutige Ausbuchtungen, in welche das feinkörnige Kernplasma eindringt, in älteren (Fig. 547) dagegen haben die Zotten mehr die Gestalt massiver Zäpfchen, welche einfache Erhebungen der stark verdickten Kernmembran darstellen. Die Umwandlung des jüngeren Zustandes in den älteren erfolgt wohl in der Weise, daß das Protoplasma im Innern der Ausstülpungen und die peripheren Schichten des Kernplasmas zu gleicher Zeit eine Art von Cuticularisierung erfahren. Im übrigen zeigte das Kernplasma einer jüngeren Centralkapsel auf einem Flemming-Präparat (Taf. LXXVII, Fig. 546) eine feinwabige Struktur und in den centralen Partien des Kernes flockige Verdichtungen. „Chromosomenbläschen", fädige Chromosomenanlagen und Nukleolen waren auf diesem jüngeren Stadium nicht zu sehen. Eine ältere, mit Sublimat konservierte Centralkapsel (Taf. LXXVII, Fig. 547) ließ unterhalb der Kernmembran die von Schröder beschriebenen „linsenförmigen dunkel gefärbten Partien" erkennen, „in denen die mit Hämatoxylin stark färbbaren Brocken liegen" (Fig. 547 *chr*). Es handelt sich hier zweifellos um Strukturen, welche den „Chromosomenbläschen" von *Oroscena* (s. unten) homolog sind. Außerdem waren im ganzen Kernplasma flockige Verdichtungen verteilt, welche an einzelnen Stellen eine deutliche Fadenstruktur aufwiesen. Diese offenbar mit den „Einzelknäueln" von *Oroscena* übereinstimmenden Strukturverhältnisse sind von Schröder an einem (mit Sublimat-Essigsäure konservierten) Exemplar von *Cytocladus spinosus* deutlicher erkannt worden (1906a, S. 589), während mein Material in dieser Hinsicht versagte. Zwischen den flockigen Anhäufungen und ebenso dicht unter der Kernmembran fanden sich rundliche nukleolenartige Körper *(n.)*.

Die Uebereinstimmungen, welche *Cytocladus* hinsichtlich der Struktur von Centralkapsel und Kern mit *Thalassothamnus* und weiterhin mit *Thalassoxanthium* zeigt, sind ein endgültiger Beweis dafür, daß auch diese Gattung in die Abteilung der Collodarien gehört.

Bezüglich der Fortpflanzungsverhältnisse der Thalassothamniden liegen noch keine Beobachtungen vor. Der ganze Bau des Kernes und die zunehmende Verdickung der Kernmembran, wie sie bei verschiedenen Exemplaren von *Cytocladus* zur Ansicht gekommen ist, legen die Vermutung nahe, daß die Vermehrungsvorgänge in ähnlicher Art sich abspielen, wie bei *Oroscena*.

Aus den bisher vorliegenden Daten über die Horizontalverbreitung läßt sich entnehmen, daß sowohl in den tropischen wie in den kalten Meeresgebieten hierher gehörige Formen vorkommen. Einige Formen, wie z. B. *Cytocladus tricladus*, scheinen eine ziemlich lokalisierte Verbreitung zu haben, während andere, wie *Thalassothamnus genista*, auf mehrere Oceane verteilt sind. Bezüglich der Vertikalverbreitung sei auf das oben (S. 394) Gesagte verwiesen.

Systematik. Die Familie der Thalassothamniden umfaßt 2 Gattungen, welche sich in folgender Weise bestimmen lassen:

Knotenpunkte des Doppelspikulums meist getrennt. Centralkapsel kugelig oder durch die basalen Teile der Radialstacheln tief eingebuchtet . . . **Thalassothamnus** n. gen.
Knotenpunkte des Doppelspikulums mehr oder weniger verschmolzen. Centralkapsel baumförmig verzweigt . . . . **Cytocladus** Schröder.

1. Gattung. *Thalassothamnus* n. gen.

Große Collodarien mit einem einzigen Riesen-Doppelspikulum. Knotenpunkt des Doppelspikulums meist durch einen wohlentwickelten Achsenstab getrennt (Textfig. 53, 54), seltener nahezu verschmolzen (Textfig. 55, 56). Centralkapsel kugelig (Textfig. 57; Taf. LXXIII, Fig. 537) oder durch die basalen Teile der Radialstacheln tief eingebuchtet (Taf. LXXIV, Fig. 538).

Thalassothamnus tenerrimus n. sp.

Textfig. 52, 53.

Thalassothamnus tenerrimus V. HAECKER, 1906c, S. 879, Fig. 2.

Skelett besteht aus einem Doppelspikulum mit einem kurzen, 0,05 mm langen und 0,02 mm breiten Achsenstab und jederseits mit 6, etwas über 4 mm langen und 0,02 mm breiten, geraden, gleichmäßig cylindrischen, unverzweigten Radialstacheln. Dieselben sind in ihren centralen Partien gleichmäßig und ziemlich dicht mit kurzen Dornen, nach außen zu mit längeren, distalwärts umgebogenen Dornen (ähnlich den Radialstacheln von *Aulacantha spinosa*) besetzt. Die Spitzen der Radialstacheln waren sämtlich abgebrochen.

Weichkörper nicht erhalten.

Durchmesser mindestens 8 mm.

Fundort: T.-St. 39 (Guineastrom, V.).

Thalassothamnus genista n. sp.

Textfig. 56; Taf. LXXIII, Fig. 537; Taf. LXXVII, Fig. 543.

Thalassothamnus genista V. HAECKER, 1906c, S. 881, Fig. 4.

Skelett nahezu monocentrisch (mit zurückgebildetem Achsenstab), mit 10—13 5—6 mm langen, geraden, allmählich sich zuspitzenden (im distalen Abschnitt zuweilen leicht keulenförmig aufgetriebenen), bedornten, mit unverzweigten, bedornten Seitenzweigen versehenen Radialstacheln. Die Dornen sind im centralen Abschnitt kurz, gerade abstehend, im distalen etwas länger und nach außen gerichtet. Die Seitenäste sind unter einem Winkel von 30—45° inseriert und meist nach außen gerichtet, sie sind unregelmäßig auf die Radialstacheln verteilt und von sehr ungleicher Länge, so daß das ganze Skelett ein gestrüppartiges, an manche Ginster- oder Schlehenformen erinnerndes Aussehen bekommt.

Centralkapsel annähernd kugelig, im Durchmesser 1,2 mm (über ihren feinen Bau vergl. S. 399 und Taf. LXXVII, Fig. 543).

Durchmesser: 10—12 mm.

Fundorte: St. 50 (Südäquatorialstrom, V.), 59 (Guineastrom, V.), 115 (Benguelastrom, V.), 190 (Binnenmeer von West-Sumatra, V.), 217, 278 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung: Anscheinend vorwiegend in wärmeren Meeresgebieten.

Thalassothamnus ramosus n. sp.

Textfig. 54, 55; Taf. LXXIV, Fig. 538.

Thalassothamnus ramosus V. Haecker, 1906 c, S. 880, Fig. 3,a—c.

Skelett bald nahezu monocentrisch (Textfig. 55), bald ein ausgesprochenes Doppelspikulum darstellend (Textfig. 54). 10—12 schwach bedornte, mit sehr unregelmäßigen, zum Teil verzweigten und kräftig bedornten Seitenästen versehene Radialstacheln. Die Radialstacheln zeigen eine ungleiche Differenzierung: die die Centralkapsel umfassenden sind länger (etwa 4 mm lang) und mit längeren, reichlicher verzweigten Seitenästen versehen, welch letztere ein gestrüppartiges, die Centralkapsel von allen Seiten umfassendes und einbuchtendes Traggerüst bilden; die Radialstacheln des anderen Poles sind kürzer (3,2 mm lang), weniger verzweigt und erinnern mit ihren, größtenteils unter rechtem Winkel abgehenden und nach außen an Größe gleichmäßig abnehmenden Seitenästen an die Radialstacheln der gleichbeheimateten *Aulospathis pinus*.

Centralkapsel 0,6—1,5 mm im Durchmesser, durch die Radialstacheln und deren Seitenäste tief eingebuchtet.

Durchmesser: 7—8 mm.

Fundorte: T.-St. 135, 139, 142 (Antarktis, V.).

Verbreitung: Offenbar antarktische Kaltwasserform.

Thalassothamnus spermatophorus n. sp.

Textfig. 57.

Thalassothamnus spermatophorus V. Haecker, 1906 c, S. 881, Fig. 5.

Skelett aus einem 7—8ästigen geraden, sehr fein und sehr dicht bedornten Hauptspikulum und einer Anzahl von Nebenspikulis bestehend, welch letztere aus einem kugeligen oder scheibenförmigen Centralteil und 1—4 stachelförmigen, unregelmäßig gekrümmten Anhängen bestehen und teils frei im Weichkörper liegen, teils mit ihrem Centralteil mit den Radialstacheln verschmolzen sind.

Centralkapsel kugelig, beim vorliegenden Exemplar 0,55 mm im Durchmesser.

Fundort: T.-St. 135 (Antarktis, V.).

2. Gattung. *Cytocladus* O. Schröder.

Große Collodarien mit einem einzigen Riesen-Doppelspikulum, dessen Knotenpunkte dicht aufeinander gerückt sind, so daß das Skelett im ganzen eine radiäre Anordnung zeigt. Centralkapsel baumförmig verzweigt.

Die hierher gehörigen Formen sind zum ersten Mal von den Zoologen an Bord der „Valdivia" gesehen und vermutungsweise zu der Radiolarien gestellt worden. In Taf. LXXV, Fig. 540 ist die von Prof. Chun nach einem frisch gefangenen Tier gezeichnete Skizze wiedergegeben. Selbstverständlich waren auch mir gleich beim ersten Sortieren des „Valdivia"-Materials

diese seltsamen Organismen aufgefallen. Obwohl nun ihre Aehnlichkeit mit *Thalassothamnus* ohne weiteres hervortrat und sich damit auch gleich der Verdacht erhob, es möchte sich um Collodarien handelen, so stellte ich sie doch zurück und wollte mit der Publikation warten, bis mir eine genauere Kenntnis aller in Betracht kommender Formengruppen es ermöglichte, etwas Bestimmtes über ihre systematische Stellung auszusagen.

Inzwischen hatte Olaw Schröder (1906), an der Hand dreier, von der deutschen Südpol-Expedition gefundener Exemplare, eine kurze Beschreibung veröffentlicht und gleichzeitig den Gattungsnamen *Cytocladus* aufgestellt. Die Zugehörigkeit dieser Formen zu den Radiolarien hielt er damals noch für sehr unsicher, bald darauf (1906b) stellte er aber, nach Untersuchung eines weiteren von Doflein in Japan gefischten Exemplars, die Zugehörigkeit der Cytocladiden zu den Radiolarien fest, ohne jedoch über ihre genauere Stellung eine Vermutung auszusprechen. Gleichzeitig war ich aber selbst, veranlaßt durch das Erscheinen der ersten Schröderschen Notiz, an eine eingehendere Untersuchung der Formen herangetreten und konnte ihre nahen Beziehungen zu *Thalassoxanthium* und zu den Orosphäriden nachweisen (1906c).

Cytocladus gracilis O. Schröder.

Textfig. 59.

Cytocladus gracilis O. Schröder, 1906, Fig. 1; 1906a, Taf. XI, Fig. 1.
Cytocladus gracilis V. Haecker, 1906c, S. 879.

Skelett aus zwölf Radialstacheln bestehend, welche von zwei dicht nebeneinandergelegenen Knotenpunkten ausgehen und zwei oder drei Quirle von verzweigten Seitenästen tragen. Bei dem Schröderschen Originalexemplare sind zwei Quirle vorhanden: der proximale ist am Beginn des letzten Drittels des Radialstachels gelegen und besteht aus vier oder fünf, im allgemeinen dichotomisch verzweigten Hauptästen, der zweite Quirl besteht aus schwächeren, nur ein- bis zwei mal gegabelten Aesten, während der Radialstachel selber sich noch ein kurzes Stück über den zweiten Quirl fortsetzt und mit einer sich ein- oder zweimal gabelnden Spitze endet. Während das Skelett im ganzen glatt ist, sind die äußersten Endgabeln mit sehr feinen Zähnchen besetzt. Bei einem mir vorliegenden Exemplare (T.-St. 66) fand ich drei Astquirle (*C. g. trispathis*).

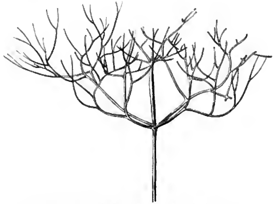


Fig. 59. Verästelung eines Radialstachels von *Cytocladus gracilis* O. Schr. T. St. 39.

Centralkapsel besteht aus dem scheibenförmigen, den Kern enthaltenden Centralteil und fünf, im allgemeinen dichotomisch sich teilenden Armen (vergl. hierzu noch O. SCHRÖDER, 1906a, p. 215).

Durchmesser: 7,5 bis 8 mm.

Fundorte: Tropischer und südlicher Atlantik (je 1 Exemplar; 0° 38' N., V. 3000, bezw. 32° 5' S., V. 500, SCHRÖDER); T.-St. 39 (Guineastrom, V.), 66 (Golf von Guinea, V., var. *trispathis*).

Verbreitung: *C. gracilis* ist bisher nur aus verschiedenen Teilen des Atlantik bekannt.

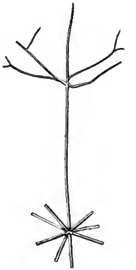


Fig. 60. Doppelspikulum von *Cytocladus gracillimus* n. sp. T.-St. 44.

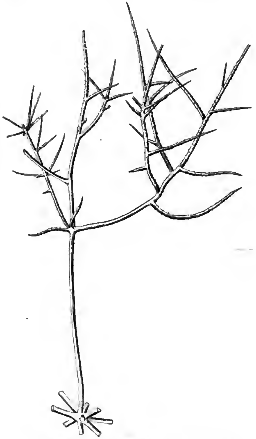


Fig. 61. Radialstachel von *Cytocladus spinosus* O. SCHR. var. *indicus*. T.-St. 173.

Cytocladus gracillimus n. sp.

Textfig. 60.

Cytocladus gracillimus V. HAECKER, 1906c, S. 879, Fig. 1.

Skelett aus zehn bis zwölf Radialstacheln bestehend, welche von zwei deutlich getrennten Knotenpunkten ausgehen und zwischen dem mittleren und äußeren Drittel je einen ziemlich flachen Quirl von drei oder vier, einmal gegabelten Seitenästen tragen. Die über den Quirl hinausragende Spitze des Radialstachels und ebenso die Spitzen der Aeste sind fein bedornt.

Weichkörper nicht erhalten. Es ist daher nicht mit Sicherheit anzugeben, ob diese Form hierher oder zur Gattung *Thalassothamnus* gehört. Doch weist die Aehnlichkeit des Skelettes mit demjenigen von *Cytocladus gracilis* auf eine Zugehörigkeit zur Gattung *Cytocladus* hin.

Durchmesser: 6—6,6 mm.

Fundorte: T.-St. 44 (Guineastraße, V., kleineres Exemplar), 182 (ind. Südäquatorialstrom, V., größeres Exemplar).

Cytocladus spinosus Schröder.

Textfig. 61, 62.

Cytocladus spinosus Schröder, 1906a, S. 588, Fig. 1.

Skelettverzweigung nach Schröder einfacher als bei *Cytocladus gracilis* und *major*. Auch hier 12 Radialstacheln. Die ersten Seitenäste entspringen etwa in der Mitte der Radialstacheln und zwar gewöhnlich drei an einem Punkte, die äußeren mehr unregelmäßig. Alle Seitenäste sind säbelförmig nach außen gekrümmt und besitzen keine oder nur wenige Seitensprossen.

Centralkapsel in 12 Aeste ausgezogen.

Durchmesser: 8 mm.

Mit dem Schröderschen *Cytocladus spinosus* ist durch Uebergänge eine Anzahl von tropisch-indischen Formen verbunden, welche alle untereinander und mit *Cytocladus spinosus* darin übereinstimmen, daß die ersten Aeste ungefähr in der Mitte der Radialstacheln abgehen und eine quirlförmige Anordnung (3—5 Aeste bilden den Quirl) aufweisen, während die übrigen Aeste mehr unregelmäßig auf

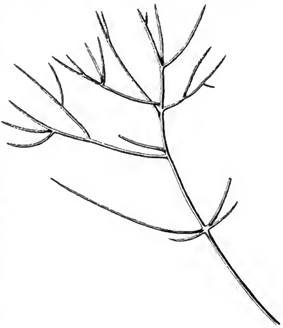


Fig. 62. Radialstachel von *Cytocladus spinosus* O. Schr. T.-St. 214.

die äußere Hälfte des Radialstachels verteilt sind (Textfig. 62). Die extremen Formen (*Cytocladus spinosus indicus*, Textfig. 61) sind aber durch ihre bedeutende Größe (Durchmesser bis zu 15 mm!), durch die reichliche Verästelung namentlich der den Quirl bildenden Aeste (Textfig. 61) und zum Teil durch stärkere Bedornung ausgezeichnet.

Fundorte: Sagamibucht, Ostküste Japans (V. 200, Doflein-Schröder); T.-St. 173 (südlicher Indik, V.), 215, 217, 231, 235, 237, 239 (nördlicher Indik, V., häufig; Exemplare von 7,6 bis 15 mm Durchmesser).

Verbreitung: Anscheinend auf den tropischen Indik und auf den Pacifik beschränkte, für die atlantischen Arten *Cytocladus gracilis* und *major* vikariierende Form.

Cytocladus major Schröder.

Cytocladus major Schröder, 1906, S. 450, Fig. 4; 1906a, Taf. XIII, Fig. 1.

Skelett aus zwölf Radialstacheln bestehend, welche von zwei dicht nebeneinander gelegenen Knotenpunkten entspringen und von der Mitte an mit successiv (nicht quirlartig) entspringenden Aesten versehen sind. Diese biegen unter mehr oder weniger spitzem Winkel nach außen ab und sind unregelmäßig dichotomisch verzweigt.

Centralkapsel wahrscheinlich in 5 Aeste ausgezogen.

Durchmesser: 14 mm.

Fundort: Atlantik westlich Capverden (V., 3000, Schröder). In dem mir vorliegenden Material befanden sich keine Formen, welche dem Schröder'schen *Cytocladus major* genau entsprechen, doch fanden sich sowohl von *C. gracilis* als von *C. spinosus* Exemplare, bei welchen sich einzelne Radialstacheln dem Typus von *C. major* nähern.

Cytocladus tricladus n. sp.

Textfig. 63; Taf. LXXV, Fig. 539.

Skelett aus zwölf Radialstacheln bestehend, welche von zwei dicht nebeneinander gelegenen, aber deutlich getrennten Knotenpunkten ausgehen und sich jenseits der Mitte des Weichkörperradius in drei dichotomisch verzweigte Hauptäste fortsetzen. Die 3 Hauptäste entspringen entweder gleichmäßig an einem Punkte (Textfig. 63a), oder es bilden zwei der Aeste eine Gabel und der dritte ist etwas außerhalb der letzteren inseriert (Textfig. 63b). Es liegen also ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie bei *Coelechinus wapiticornis* (Taf. LXIV, Fig. 492). Die Zahl der dichotomischen Gabelungen der Hauptäste ist bei den einzelnen Exemplaren sehr verschieden: sie schwankt zwischen 2 und 6.

Centralkapsel bei keinem Exemplar vollständig erhalten.

Durchmesser 6—8 mm.

Fundorte: T.-St. 175 (indischer Südäquatorialstrom, V.), 215, 217, 221 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung: Anscheinend auf den Indik beschränkte Form.

Cytocladus sp.

Taf. LXXV, Fig. 540.

In der Antarktis (T.-St. 139, P. 200) wurde, einer von Prof. CHUN an Bord der „Valdivia" angefertigten Skizze zufolge, eine ellipsoidische Form mit einem längsten Durchmesser von 1 cm gefischt, deren Weichkörper vollkommen erhalten war und deren Centralkapsel eine rosarote Färbung hatte. Der Skizze war die Bemerkung beigefügt: „Offenbar große Radiolarie mit verästelter Centralkapsel." In dem mir überwiesenen Material fand sich das betreffende Exemplar nicht wieder vor. Ich kann daher nicht bestimmen, ob es einer der oben beschriebenen

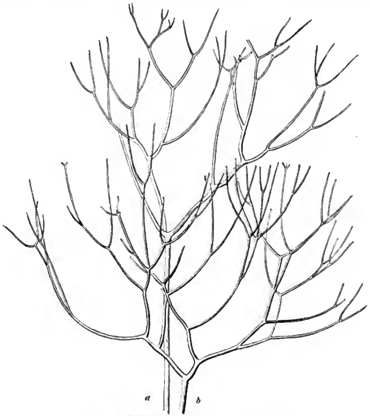


Fig. 63. Zwei Radialstacheln von *Cytocladus tricladus* n. sp. T.-St. 221.

Arten angehört. Von besonderem Interesse ist der Fund deshalb, weil es sich um das einzige bisher in eigentlich kalten Meeresgebieten beobachtete *Cytocladus*-Exemplar handelt.

5. Familie. Orosphaeridae Haeckel.

Orosphaerida, Haeckel, Rep., p. 1590.

Collodarien mit derber Gitterschale, auf welcher sich verzweigte und bedornte Radialstacheln erheben.

Die Orosphäriden waren von Haeckel zuerst für Sphärellarien und zwar speciell für Sphaeroidea monosphaerida angesehen worden, und demgemäß findet sich im Report (Taf. XII) eine *Orosphaera* zwischen verschiedenen Sphäriden abgebildet. Später hat Haeckel die Orosphäriden wegen ihrer beträchtlichen Größe und wegen gewisser Uebereinstimmungen in der feineren Struktur des Gitterwerkes zu den Tripyleen und zwar speciell zu den Phäosphärien, also neben die Sagosphäriden, Aulosphäriden und Cannosphäriden, gestellt. Er glaubte sogar an der Centralkapsel die charakteristischen Bestandteile der Tripyleen-Centralkapsel, eine Astropyle mit strahligem Operculum und mit Proboscis und zwei Parapylen angetroffen zu haben, doch liegt hier entschieden ein Irrtum vor. Es ist vielmehr zu sagen, daß die Centralkapsel der Orosphäriden durchaus die Merkmale der Collodarien-Centralkapsel zeigt und daß auch ihr Skelett enge Beziehungen zu den Skelettbildungen der Collodarien, insbesondere der Thalassothamniden, aufweist. So sah ich mich denn (1904) veranlaßt, die Orosphäriden aus dem Verband der Tripyleen auszuschalten und den Collodarien anzureihen.

Die Orosphäriden gehören, wie schon Haeckel hervorhebt, zu den größten Radiolarien und das Gitterwerk ihrer Schale ist gröber und massiver als dasjenige von jeder anderen Radiolariengruppe. Bei den größten der mir vorliegenden Exemplare von *Oroscena regalis* erreicht die Gitterschale selber eine Höhe von 1,5 und eine Breite von 1,8 mm und, da der Weichkörper die ganzen Radialstacheln bis zu ihren Spitzen umfaßt, so besitzt der Gesamtkörper einen Durchmesser von 4—4,5 mm.

Die Gestalt der Gitterschale wird von Haeckel als sphärisch oder polyedrisch angegeben, doch trifft für die überwiegende Zahl der mir vorliegenden Exemplare die von Borgert (1901 a) für *Oroscena regalis* gegebene Beschreibung zu: „Schale annähernd kugelig oder deutlich ellipsoidisch, mit verkürzter Hauptachse, leicht polyedrisch, zuweilen mit ungleicher Krümmung der Flächen (Apicalfläche stärker gewölbt, Antapicalfläche abgeplattet)". Tatsächlich wird man die Gestalt der meisten Schalen als kuppel- oder glockenförmig bezeichnen und an denselben demnach eine gewölbte Apicalfläche und eine mehr oder weniger flache Basalfläche unterscheiden können (Textfig. 64; Taf. LXXVI, Fig. 541).

Das Gitterwerk der Schale besteht aus großenteils viereckigen Maschen, welche streckenweise in annähernd parallelen Reihen angeordnet sind.

Die Balken der Maschen sind im allgemeinen von cylindrischer Gestalt und bei den einzelnen Formen von sehr verschiedener Dicke. Sie tragen meist eine gegen das Maschenlumen gerichtete Bedornung, welche bei dicken Balken am wenigsten, bei schlanken am stärksten entwickelt zu sein pflegt (Textfig. 65—67). Fast immer kann man die von Haeckel beschriebene

konzentrische Schichtung der Balkensubstanz erkennen, namentlich wenn man, wie dies schon HAECKEL getan hat, die Skelette auf dem Platinblech glüht und dann in Canadabalsam unter-

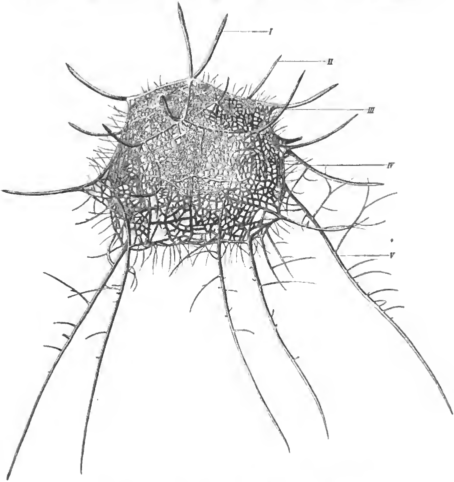


Fig. 64. *Orotcena regalis* BORG., var. *intermedia*. T.-St. 39. *I* Apicalgabel. *V* Basalstacheln.

sucht. Auch die von HAECKEL beschriebenen Achsenkanäle der Balken treten dann streckenweise deutlich hervor.

Bei einer sehr großen Zahl der mir vorliegenden Exemplare finde ich das Maschenwerk in der Nähe des Scheitelpoles enger und die Balken derber, als an der Basalfläche (Textfig. 64; hier nicht besonders deutlich ausgeprägt).

Zwischen den Basen je zweier benachbarter Radialstacheln verlaufen kontinuierliche Balken, wodurch das ganze Maschenwerk des konvexen Teiles der Schale in großenteils drei- und viereckige Felder eingeteilt wird. Insbesondere am eigentlichen Scheitel der



Fig. 65.



Fig. 67.

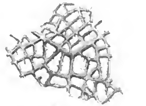


Fig. 66.

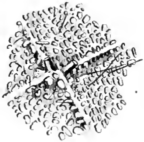


Fig. 68.

Fig. 65. Gitterwerk von *Oroscena regalis gracilis*. T.-St. 32.
Fig. 66. Gitterwerk von *Oroscena regalis intermedia*. T.-St. 39.
Fig. 67. Gitterwerk von *Oroscena regalis robusta*. T.-St. 32.
Fig. 68. Apicalgabel und apicales Balkenkreuz von *Oroscena regalis*. T.-St. 237.

Schale oder in der Nähe derselben stoßen bei der mir vorliegenden Großart *Oroscena regalis* fast immer vier derartige Balken in zwei dicht nebeneinanderliegenden Knotenpunkten zusammen, derart, daß sie Winkel von nahezu 90° zwischen sich einschließen und das Scheitelfeld in vier ziemlich gleichmäßige Quadranten zerlegen (Textfig. 68). Die in den beiden Knotenpunkten sich erhebenden, meist bogenförmig divergierenden Radialstacheln bilden eine für die Großart *Oroscena regalis* charakteristische Gabel, die Apicalgabel (Textfig. 64; Taf. LXXVI). Ausnahmsweise erheben sich auch von einem der Knotenpunkte statt eines Radialstachels zwei,

so daß eine im ganzen dreizinkige Gabel zu stande kommt. Beim Anblick dieser regelmäßigen Apicalbildungen gewinnt man durchaus den Eindruck, als ob ein großes sechsstrahliges Doppelspikulum der Kieselschale eingelagert sei, bezw. bei ihrem Aufbau Verwendung gefunden habe, derart, daß die beiden Knotenpunkte, der kurze, sie verbindende Mittelbalken, sowie zwei Paare von Strahlen Bestandteile des Schalengerüstes selber darstellen, während je ein von jedem Knotenpunkt entspringender Strahl sich zu einem Radialstachel (Ast der Apicalgabel) umgebildet hat.

Im Gegensatz zur Apicalfläche ist bei meinen Exemplaren die Basalfläche durch die von den Basalstacheln gegen die Mitte der Basis ausstrahlenden Balken in mehr oder weniger regelmäßige Dreiecke zerlegt. In der Mitte der Basalfläche verlieren sich diese Balken gewöhnlich in einem sehr unregelmäßigen Flechtwerk, welches dann, wenn die Balken nicht genau gegen die Mitte konvergieren, eine wirbelartige Anordnung zeigt.

In Bezug auf die Schale selber ist zum Schluß noch zu bemerken, daß sich in ihrem Innern, und zwar an der Basalseite, einfache oder unregelmäßig verzweigte Verstärkungsleisten vorfinden können, welche sich über mehrere Maschen herüberspannen und in ihrer Gesamtheit eine Art Polster für die Centralkapsel bilden können (Textfig. 69).

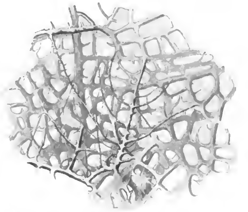


Fig. 69. Innere, baumförmig verästelte Verstärkungsleisten von *Oroscena regalis*. T.-St. 90.

Die Radialstacheln der Orosphäriden treten, wie schon Haeckel hervorgehoben hat, in zwei Typen auf, nämlich einmal als kräftige keulenförmige (Textfig. 64, oben), andererseits als schlanke stabförmige Gebilde (unten). Namentlich die ersteren sind mehr oder weniger stark bedornt oder mit netzförmigen Erhebungen versehen (reticulately dimpled), während die stabförmigen Radialstacheln zahlreiche Seitenäste aufweisen können.

Für die Großart *Oroscena regalis* hat schon Borgert hervorgehoben, daß die Radialstacheln in unregelmäßigen Kreisen um die Hauptachse herumgestellt sind, daß sie am Rande der Basalfläche (Antapicalfläche) am längsten und mit den meisten Seitenästen versehen sind und endlich, daß sie an der Basalfläche selber fehlen. Die typische Anordnung der Aeste geht aus der Textfig. 64 hervor, welche eine *Oroscena regalis* vom derbschaligen Typus darstellt. Am Scheitel erhebt sich die Apicalgabel, welche aus zwei leicht-keulenförmigen, bedornten Radialstacheln besteht (I). Darunter befinden sich zwei nicht ganz regelmäßige Kränze von ebenfalls keulenförmigen, gegen die Apicalseite gebogenen Radialstacheln (II, III). Einige von ihnen weisen einen rudimentären Charakter auf. Die Radialstacheln des folgenden dritten Kranzes (IV) sind etwas länger und mehr nach der Basalseite gerichtet und zeigen bereits eine schwache

Verästelung. Die 8 oder 10 Radialstacheln endlich, welche den Rand der Basalfläche umgeben, die Basalstacheln (V), sind noch wesentlich länger (anderthalbmal so lang als der größte Schalendurchmesser), mehr oder weniger geschweift, schwach bedornt, am Ende zugespitzt und mit zahlreichen unregelmäßig abstehenden Seitenästen versehen. Sie haben im ganzen eine radiale Richtung und schließen so einen glockenförmigen Raum in sich.

Außer den Radialstacheln ist die Schalenoberfläche stets mit kurzen, dünnen, bedornten Nebenstacheln besetzt, welche namentlich in der Mitte der Basalfläche stark entwickelt zu sein pflegen.

Von weiteren, nicht bei allen Arten und Individuen vorkommenden Skelettbildungen sind zu erwähnen die pyramidenförmigen Erhebungen der Stachelbasen und die anastomotischen Verbindungen der Basalstacheln. Beide Differenzierungen sind von Haeckel systematisch verwertet worden, indessen kann mindestens für die Großart *Oroscena regalis* festgestellt werden, daß man es in beiden Fällen mit außerordentlich fluktuierenden Erscheinungen zu tun hat.

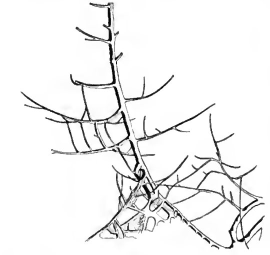


Fig. 70. Basalstachel von *Oroscena regalis* mit pyramidenförmig ausgezogener Basis und anastomosierenden Seitenästen. T.-St. 215.

Die pyramidenförmigen Erhebungen entstehen speciell bei den Radialstacheln der oberen Kränze einfach in der Weise, daß die Schalenwandung selber im Umkreis der Stachelbasis pyramiden- oder zeltförmig ausgezogen ist. Sie entsprechen also vollkommen den Pyramiden von *Castanidium* (Taf. XXXIX, Fig. 293) oder noch mehr, im Hinblick auf die oben beschriebenen von einem Stachel zum anderen ziehenden Verbindungsbalken, den Schalenerhebungen von *Circostephanus* (S. 174, Fig. 17d). Bei den die Basalfläche umrandenden Radialstacheln erhalten diese Erhebungen vielfach noch dadurch eine Verstärkung, daß sich die proximalen Seitenäste und Zweigchen der Radialstacheln zurückbiegen und mit dem Gitterwerk der Schale konfluieren (vergl. Textfig. 64 links unten). Zuweilen kommt es vor, daß ein solcher zurückgebogener Ast nicht die Schale, sondern den Radialstachel selber trifft, so daß ösenartige Bildungen zu stande kommen (Textfig. 70).

Was die Anastomosen der Radialstacheln anbelangt, so treten diese bei *Oroscena regalis* ausschließlich an den Basalstacheln auf. Eine vollständige „äußere Gitterschale", wie sie Haeckel für seine Gattungen *Oroplegma* und *Orodictyum* angiebt, habe ich bei keinem Exemplar gefunden. Zuweilen sind nur einige Basalstacheln miteinander verbunden, sehr häufig fand ich aber, daß sämtliche Basalstacheln in einigem Abstand von der Schale durch Quer-

verbindungen anastomosieren und so eine Art Ringgeländer bilden, welches den basalen Teil des von den Basalstacheln gebildeten glockenförmigen Raumes vollständig umgiebt (Textfig. 71, Schrägansicht von oben). Das *Oroscena*-Skelett mit seinen Apicalstacheln, seiner rundlichen Gitterschale und dem korb- oder reusenartigen Basalgerüst erinnert dann außerordentlich an manche Cyrtoideen, insbesondere Tripocyrtiden (vergl. Haeckel, Rep., Taf. LX. Fig. 3, 10).

Von Monstrositäten fanden sich unregelmäßig-birnförmig ausgezogene Schalen, gegabelte Apicalstacheln, unverhältnismäßig dünne Radialstacheln, Basalstacheln mit rückläufigen oder fensterartig anastomosierenden Seitenästen (Textfig. 70) u. a.

Ueber die Entstehung des Skelettes konnte ich keine Beobachtungen machen, trotzdem die „Valdivia“-Ausbeute eine sehr beträchtliche Anzahl von Orosphäriden (etwa 150 Stück) enthielt. Möglicherweise hängt dieser negative Befund damit zusammen, daß nach den später mitzuteilenden Beobachtungen die Lebensdauer der Oroscenen nicht mit der einmaligen Sporenbildung abschließt, sondern eine relativ lange ist, so daß das Zahlenverhältnis zwischen jungen und älteren Skeletten ein anderes ist, als beispielsweise bei den größeren Tripyleen.

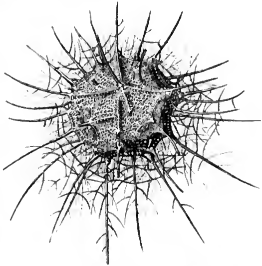


Fig. 71. *Oroscena regalis* Borgert, var. *oroplegmoides*. T.-St. 39.

Es mag nicht überflüssig sein, darauf hinzuweisen, daß auch bei den Oroscenen die Hauptteile des Skelettes, speciell die Gitterschale, nach erfolgter Verkieselung kein Größenwachstum erfahren können. Wie aus den Größenverhältnissen hervorgeht, welche die Individuen mit sehr kleiner und diejenigen mit sehr großer Centralkapsel, also Tiere von sehr verschiedenem Alter, zeigen, bewahrt die Schale dieselbe Größe, welche sie bei ihrer Bildung erlangt hat. Anders verhält es sich aber wahrscheinlich mit der Dicke der Gitterbalken und der Radialstacheln. Bei einem Vergleich der Skelette ergab sich nämlich, daß alle diejenigen Skelette (gegen 10), welche in ausgeprägter Weise dem locker- und zartmaschigen Typus (sehr große, polygonale Maschen und dünne, stark bedornte Balken, Textfig. 65) angehören, durchweg sehr kleine Centralkapseln von nur 0,28—0,35 mm Durchmesser aufweisen, daß also offenbar sehr jugendliche Individuen eine locker- und zartmaschige Schale besitzen. Allerdings läßt sich umgekehrt nicht behaupten, daß eine besondere Derbheit der Skelettstrukturen mit einer bedeutenden Größe der Centralkapsel Hand in Hand geht. Indessen ist dies ja auch gar nicht zu erwarten, da nach dem Folgenden die Centralkapsel von einer gewissen Größe an nicht kontinuierlich

wächst, sondern höchst wahrscheinlich infolge der Periodizität der Sporenbildungsvorgänge ein rhythmisches Auf- und Abschwellen aufweist. Man wird also nicht darauf rechnen können, daß die derbsten, massigsten Gitterschalen jederzeit auch die größten Centralkapseln enthalten. Alles in allem glaube ich aber aus meinen Beobachtungen die Möglichkeit ableiten zu dürfen, daß bei *Oroscena regalis* die neugebildete Schale zunächst noch sehr große, eckige Maschen und sehr zarte Balken besitzt (Textfig. 65), daß sie aber dann mit zunehmendem Alter unter Apposition von Kieselsubstanz sich mehr und mehr verändert: die Balken werden dicker und weniger dornig, die Maschenöffnungen enger und mehr rundlich (Textfig. 66, 67), und wahrscheinlich nimmt auch die Dicke und Verzweigung der Radialstacheln zu. Im Gegensatz zu den mit anfangs hohlen, später massiven Skelettelementen versehenen Tripyleen *(Auloceros, Aulokleptes, Sagenoarium)*, bei welchen eine Verdickung der Stachel- und Balkenwandung von außen nach innen stattfindet, würde also bei *Oroscena* möglicherweise eine Verdickung der Balken von innen nach außen unter Apposition von Kieselsubstanz erfolgen.

Hinsichtlich der stammesgeschichtlichen Entstehung, bezw. der Homologiebeziehungen des Orosphäridenskelettes habe ich schon früher (1906c, S. 881) hervorgehoben, daß man die ausgesprochen monaxon-ungleichpoligen Formen von *Oroscena regalis* ohne Zwang von dem gleichfalls ungleichpoligen Skeletttypus von *Thalassothamnus ramosus* (Taf. LXXIV, Fig. 538) ableiten kann. Man hat sich nur zu denken, daß sich bei letzterem die centralen Teile der Stacheln und der Knotenpunkt des Riesendoppelspikulums zurückgebildet haben und daß die untersten Seitenäste mit ihren Verzweigungen zu einer Gitterschale verflochten seien. Der erste Teil dieses Satzes dürfte in der That die Verhältnisse richtig zum Ausdruck bringen: wenigstens zeigen speciell die Basalstacheln von *Oroscena* (Textfig. 64 V) hinsichtlich ihrer Anordnung und Verzweigungsweise eine weitgehende Aehnlichkeit mit den Radiärelementen der *Thalassothamnus*-Arten, so daß man sie sehr wohl als rudimentär gewordene Homologa der letzteren betrachten kann. Dagegen wird es wohl richtiger sein, die Gitterschale von *Oroscena* nicht einfach auf die Anastomosierung der Seitenäste der Radialstacheln zurückzuführen, sondern sie als eine Bildung sui generis, gewissermaßen als eine sekundäre Skelettgeneration zu betrachten, ähnlich wie die klöppelförmige Außenschale von *Atlanticella* (Taf. LIII, Fig. 433) gegenüber der Primärschale der übrigen Medusettiden eine selbständige Bildung darstellt. Als Stütze für diese Auffassung darf man vielleicht diejenigen Fälle heranziehen, in denen innerhalb der Basalplatte der Schale astartige Bildungen auftreten, welche durchaus an die Verzweigungen von *Thalassothamnus* erinnern und in mannigfacher Weise mit der Gitterschale anastomosieren (Textfig. 69). Hier tritt ein struktureller Gegensatz zwischen diesen Astbildungen und der eigentlichen Gitterschale so deutlich hervor, daß man sich schwer entschließen kann, beide Skelettelemente in direkte Beziehung zu einander zu setzen. Eine Schwierigkeit bleibt allerdings auch dann noch bestehen, wenn man die Gitterschale als eine sekundäre Bildung betrachtet, nämlich die Entstehung des apicalen Balkenkreuzes und der Apicalgabel (Textfig. 68). Es wurde schon oben (S. 411) angedeutet, daß diese nahezu konstant wiederkehrende Differenzierung der Scheitelpartie wie ein in die Schale eingefügtes Doppelspikulum erscheint, und man könnte sich denken, daß bei der Schalenentwickelung an dieser Stelle gewissermaßen phylogenetische Reminiscenzen zum Vorschein kommen. Möglich wäre es allerdings auch, daß diese Bildungen nicht phylogenetisch, sondern rein teleologisch als Druckverteilungsapparate zu deuten sind.

Ueber die physiologische Bedeutung der Skelettbildungen der Orosphäriden geben uns diejenigen Exemplare von *Oroscena* Aufschluß, bei welchen der extrakapsuläre Weichkörper gut erhalten ist. Man sieht in solchen Fällen, daß auch bei *Oroscena* das ganze Skelett bis zu den Stachelspitzen vom Weichkörper umschlossen ist und daß also speciell die Radialstacheln als Träger der extrakalymmalen Oberflächenhaut und damit als „Druckfänger", mit ihren basalen Verzweigungen aber als „intermediäre Stützelemente" funktionieren.

Im extrakalymmalen Weichkörper konnte ich auf Schnitten vielfach große, dicht nebeneinander gelagerte Alveolen nachweisen (Taf. LXXVIII, Fig. 552 *cal*). In dem die Centralkapselmembran (*cm*) umschließenden „Pseudopodienmutterboden" wurden, ebenfalls auf Schnitten, körnige Gebilde gefunden, welche durchaus an die Phäodellen der Tripyleen erinnern und wie diese als Nahrungsballen aufzufassen sind (Fig. 552, *ph*).

Centralkapsel und Kern; Entwickelung und Sporenbildung. Durch den Reichtum der „Valdivia"-Ausbeute an wohlkonservierten Exemplaren von *Oroscena* bin ich in die Lage versetzt worden, an der Hand von 41 Schnittserien eine ziemlich lückenlose Entwickelungsreihe von Stadien mit sehr kleiner, einen Durchmesser von nur 0,3 mm aufweisender Centralkapsel bis zur Bildung der Sporennester zusammenzustellen. Die Aneinanderreihung der Stadien bot, wenigstens in den ersten Abschnitten des Fortpflanzungscyklus, keine besonderen Schwierigkeiten, da die zunehmende Größe von Kern und Centralkapsel ziemlich zuverlässige Anhaltspunkte gewährte. Indessen muß bemerkt werden, daß dieser Parallelismus zwischen Entwickelung und Größenzunahme kein absolut strenger ist. Denn abgesehen von der Möglichkeit, daß vielleicht geographische Verhältnisse eine Rolle spielen, habe ich den Eindruck gewonnen, daß ein großer Reichtum an Konkretionen, d. h. wohl ein reichlicher Vorrat an Reservestoffen, die Vermehrungsvorgänge derart beschleunigt, daß kleinere Centralkapseln unter Umständen spätere Entwickelungsphasen aufweisen können, als normalerweise zu erwarten wäre. Speciell in die spätere Vermehrungsperiode spielt außerdem der unten zu besprechende Umstand herein, daß das einzelne *Oroscena*-Individuum offenbar mehrmals zur Sporenbildung zu schreiten im stande ist, so daß also auch aus diesem Grunde die Vergrößerung der Centralkapsel keine regelmäßige ist.

Was die Verteilung der einzelnen Stadien auf die verschiedenen Meeresteile und Jahreszeiten anbelangt, so wurde das Teilungsstadium einmal im Südäquatorialstrom (T.-St. 50, 8. Sept.), das Differenzierungsstadium viermal im tropischen Atlantik (T.-St. 32, 49, 54, 55; 25. Aug. bis 12. Sept.), zweimal im südlichen Atlantik (T.-St. 112, 115; 4. u. 14. Nov.), einmal im tropischen Indik (T.-St. 215; 11. Febr.), das fünfkernige Stadium einmal im tropischen Indik (T.-St. 215; 11. Febr.), die Desintegrations- und ersten Sporenbildungsstadien einmal im südlichen Atlantik (T.-St. 120; 18. Nov.), zweimal im tropischen Indik (T.-St. 172 und 215; 9. Jan. und 11. Febr.), die späteren Sporenbildungsstadien dreimal im südlichen Atlantik (T.-St. 89, 91, 112; 22. Okt. bis 4. Nov.) gefunden. Verhältnismäßig häufig fanden sich also in den südlichen, gemäßigten Teilen des Atlantischen Oceans von Ende Oktober bis Anfang November die späteren entwickelungsgeschichtlichen Stadien vor, und es scheint demnach, daß in jenen Gebieten die Sporenbildung mit dem Beginn des südlichen Sommers zusammentrifft.

Die Centralkapsel besitzt in ganz jungen Stadien (Taf. LXXVIII, Fig. 549) eine kugelige Gestalt und einen Durchmesser von 0,28—0,3 mm, während der gleichfalls kugelige Kern, der als **Primärkern** bezeichnet werden möge, einen Durchmesser von 0,1 mm aufweist. Mit

zunehmendem Wachstum nimmt die Centralkapsel eine ellipsoidische Gestalt an, während der gleichfalls enorm heranwachsende Kern seine runde Form beibehält[1]). In denjenigen Stadien, welche ich nach der Beschaffenheit der Kernelemente als Prophasen der Teilung ansehen möchte, beträgt der längste Durchmesser der Centralkapsel 0,7—0,9, der Durchmesser des Kernes 0,2—0,25 mm, im Stadium der Sporenbildung ersterer 1—1,1, letzterer 0,15—0,27 mm. Um eine Vorstellung von der enormen Größe der *Oroscena*-Kerne zu geben, sind in Textfig. 72 ein junger (0,1 mm großer) und ein ausgewachsener (0,4 mm großer) *Oroscena*-Kern (a und b), sowie ein ausgebildetes Keimbläschen aus dem Ovarium von Triton (c) und einige Epidermiskerne einer *Amblystoma*-Larve (d) bei gleicher Vergrößerung wiedergegeben.

Die Centralkapselmembran ist in allen Entwickelungsstadien sehr dünn und an ihrer Oberfläche, ähnlich wie diejenige von *Thalassoxanthium* (S. 398), mit sehr kleinen Zöttchen bedeckt, welche wegen ihrer geringen Größe nicht weiter analysierbar sind (Taf. LXXVIII, Fig. 549, 552). Poren oder besondere Oeffnungen konnte ich an meinem Material nicht wahrnehmen. Die Angabe von Haeckel, daß die Centralkapsel derjenigen der Aulosphäriden ähnlich sei und eine Astropyle mit strahligem Operculum und mit einer Proboscis, sowie zwei kleine Parapylen besitze, muß auf einer Verwechslung beruhen. Bei sehr jungen Kapseln (Fig. 549) sind die äußeren Schichten der intrakapsulären Sarkode nur von sehr kleinen Alveolen durchsetzt und lassen die auch bei anderen Collodarien beobachtete Radiärstreifung erkennen (vergl. R. Hertwig's Beschreibung für *Thalassicolla*, 1876, S. 53, Taf. IV, Fig. 7), die tieferen Schichten sind von größeren Alveolen eingenommen, welche großenteils je eine Konkretion enthalten. Bei älteren Centralkapseln (Fig. 551 und 552) werden auch die peripheren Schichten von Alveolen eingenommen. Bei sehr großer Entfaltung der Alveolensubstanz können, vielleicht unter Wirkung der Reagentien, Zusammenballungen der Sarkode entstehen, welche an die bei *Thalassothamnus* und *Cytocladus*

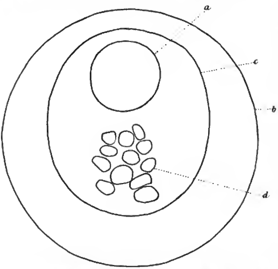


Fig. 72. Zur Veranschaulichung der Größenverhältnisse der Kerne von *Oroscena*: *a* junger, *b* ausgewachsener Kern von *Oroscena*, *c* ausgebildetes Keimbläschen von Triton, *d* Epidermiskern einer Amblystoma-Larve.

1) Nur in einem Fall sah ich in einer sehr großen Centralkapsel (von 1,1 mm Durchmesser) den Kern unregelmäßig eingebuchtet (Taf. LXXIX, Fig. 557), möglicherweise infolge der Wirkung des Konservierungsmittels.

beobachteten „schaumigen Ballen“ und „schaumigen Ringe“ erinnern (Fig. 550). In vielen Fällen wurden in den Sarkodebalken Oelkugeln angetroffen (Fig. 552 ö).

Die Konkretionen haben eine sehr mannigfache Gestalt. Insbesondere kommen sämtliche von Haeckel (1862, S. 250f.) und R. Hertwig (1876, S. 47) für *Thalassicolla* beschriebenen Formen vor: konzentrisch geschichtete Kugeln (Fig. 549, 550), biskuitförmige (Fig. 553, 555) und mehrfach gelappte, im gefärbten Zustand an „Stiefmütterchen“ (*Viola tricolor*) erinnernde Formen (Fig. 554), Garben (Fig. 549 rechts), Doppelgarben und sonnenähnliche Gebilde (Fig. 551). Außerdem stieß ich wiederholt auf kreuz- oder radähnliche Figuren (Taf. LXXVII, Fig. 548). Nicht selten sind in einer Centralkapsel ein oder zwei Typen vorzugsweise vertreten: so zeigte eine jüngere Kapsel von 0,5 mm Durchmesser (Fig. 551) in den äußeren Alveolenschichten vorzugsweise kleinere hantelförmige Konkretionen, deren Enden nicht wie sonst eine homogene, sondern eine körnchenförmige Beschaffenheit aufwiesen, während die inneren Schichten ausschließlich prachtvolle Sonnenfiguren enthielten. Auch die größeren biskuit- und stiefmütterchenähnlichen Formen (Fig. 553—555) fanden sich nur in einzelnen Centralkapseln, dann aber in größerer Anzahl vor.

Im Ganzen scheint die Zahl der Konkretionen mit dem Wachstum der Centralkapsel absolut und relativ zuzunehmen, auch im Differenzierungs- und im fünfkernigen Stadium (Taf. LXXX, Fig. 562 und 565) sind noch sehr zahlreiche Konkretionen vorhanden, dagegen ist das Sporenbildungsstadium (Taf. LXXXII, Fig. 571) relativ sehr arm an solchen. Diese Abnahme der Zahl der Konkretionen scheint, wie unten gezeigt werden soll, im Stadium der Desintegration (Taf. LXXXI, Fig. 566) vor sich zu gehen. Es weisen die betreffenden Bilder mit Sicherheit darauf hin, daß die Konkretionen die Bedeutung von Reservestoffen haben.

Die Kernmembran ist, wenigstens in den jüngeren Stadien, im Gegensatz zu derjenigen anderer Collodarien, vollkommen glatt. In jungen Stadien (Taf. LXXVIII, Fig. 549) ist sie nicht wesentlich dicker als die Centralkapselmembran, später (Taf. LXXVIII, Fig. 552) nimmt sie eine bedeutende Dicke (bis zu 0,01 mm) an und ist auf ihrer Oberfläche vielfach mit dunkel gefärbten, scheibenförmigen Gebilden bedeckt, über deren Natur ich nichts ermitteln konnte. (Taf. LXXIX, Fig. 557).

Das Grundplasma des Kernes erscheint bei weniger gut konserviertem Material als eine gekörnelte Masse, in welcher flockige oder wolkige Massen einer dunkler färbbaren Substanz gleichmäßig verteilt erscheinen. Auf einer großen Anzahl von Flemming-Präparaten, seltener bei Sublimatkonservierung dagegen erscheint der Kernraum dicht gefüllt von einem blassen, gleichmäßigen Fadenwerk, welches auf zahlreiche knäuelartige Herde konzentriert erscheint (Taf. LXXIX, Fig. 556). Ich will diese Knäuel, welche sehr an die Spiremstadien in der Spermatogenese der Metazoen erinnern, als Einzelknäuel bezeichnen. Ihre Zahl habe ich in einem Fall auf etwa 1600—1800 berechnet. Es handelt sich also um ungefähr die nämliche Zahlengröße, welche für die Chromosomen von *Aulacantha* und *Castanidium* nachgewiesen werden konnte.

Zwischen den Einzelknäueln finden sich bläschenförmige Körper, welche innerhalb eines grobwabigen Grundplasmas eine oder mehrere Chromatinschleifen erkennen lassen. Das Wabenwerk des Grundplasmas dieser Chromosomenbläschen ist entweder mehr gleichmäßig zwischen Bläschenmembran und Chromosomenschleifen angeordnet (Taf. LXXIX, Fig. 559), oder es zeigt in der nächsten Nachbarschaft der Chromosomenschleifen eine starke Verdichtung

(Taf. LXXXII, Fig. 570), oder es sind die Chromosomenschleifen von einer Schicht besonders großer Alveolen umgeben, an die sich zunächst eine sehr feinwabige Schicht anschließt (Taf. LXXX, Fig. 564). Sind die Zwischenräume zwischen den Chromosomenschleifen sehr groß, so können in die feinwabige Schicht noch größere kugelige oder unregelmäßig geformte Alveolen eingelagert sein (Fig. 564 a). Abgesehen von diesen wabigen Strukturen, erinnern die Chromosomenbläschen von *Oroscena* außerordentlich an die in Teilung befindlichen Kerne einer Myxosporidie *(Sphaeromyxa)*, welche O. SCHRÖDER neuerdings (1907, Taf. XIV, Fig. 5 ff.) beschrieben hat.

Die Bläschen sind von ungleicher Größe: die kleinsten enthalten stets nur eine hufeisen- oder S-förmige Chromosomenschleife (Taf. LXXVIII, Fig. 549 *b*; Taf. LXXIX, Fig. 559), die größeren mehrere derselben (Taf. LXXVIII, Fig. 549 *c*; Taf. LXXIX, Fig. 556; Taf. LXXX, Fig. 564 a—b). Die Chromosomen der mehrschleifigen Bläschen haben eine mehrfach gewundene Gestalt und lassen in ihrer Achse sehr häufig eine breite helle Linie erkennen (Taf. LXXIX, Fig. 556; Taf. LXXXII, Fig. 570). Ob es sich hier um die Andeutung einer Längsspaltung handelt, kann ich nicht entscheiden. Jedenfalls erinnern aber die Bilder sehr an die von einer hellen Linie halbierten Chromosomen von *Castanidium* (Taf. XLI, Fig. 300, untere Centralkapsel), sowie an die bekannten, nicht immer unzweideutigen Vorkommnisse in den Prophasen der ersten und zweiten Reifungsteilung der Metazoen und Phanerogamen.

Ueber die Zahlen- und Größenverhältnisse der Chromosomenbläschen in verschieden großen Centralkapseln giebt folgende Tabelle Aufschluß:

Durchmesser der Centralkapsel	Durchmesser des Kernes	Gesamtzahl der Chromosomenbläschen	Darunter: 2—3-schleifige	mehrschleifige	
0,3	0,1	ziemlich sicher 18	0	0	
0,3	0,1	wahrscheinlich 18	3	0	Taf. LXXVIII, Fig. 549
0,32	0,13	kaum mehr als 8	1	0	
0,38	0,1	ziemlich sicher 11	0	0	
0,38	0,16	13	2	0	
0,4	0,1	20—21	4	0	
0,45	0,22	ziemlich sicher 12	1	0	
0,5	0,15	9—10	1	0	
0,5	0,18	27	3	0	
0,6	0,2	mindestens 25	5	0	
0,62	0,18	18	2	0	
0,66	0,25	16	2	0	
0,68	0,25	mindestens 17	3	1	
0,7	0,2	ziemlich sicher 21	2	2	
0,75	0,2	19	7	1	Taf. LXXVIII, Fig. 552
0,8	0,2	ziemlich sicher 15	3	1	
0,88	0,25	ziemlich sicher 18	4	1	
0,95	0,2	10	1	1	
1,1	0,4	12	2	1	Taf. LXXX, Fig. 564

Ein Vergleich der Centralkapseln verschiedener Größe ergiebt zunächst, daß in den kleinen Centralkapseln vorwiegend einschleifige (Taf. LXXVIII, Fig. 549), in den mittleren einschleifige und mehrschleifige Chromosomenbläschen auftreten (Taf. LXXVIII, Fig. 552), während in den ältesten Centralkapseln neben kleinen Bläschen stets ein oder ein paar besonders große, vielschleifige Bläschen enthalten sind (Taf. LXXX, Fig. 564).

Ferner läßt sich der Zusammenstellung entnehmen, daß die kleinsten Chromosomenzahlen (8—13) sich einerseits in den sehr kleinen (0,3—0,4 mm großen), andererseits in den größten (0,9—1,1 mm großen) Centralkapseln vorfinden, wobei jedoch der Unterschied besteht, daß sich in ersteren fast ausschließlich kleine einschleifige, in letzteren daneben auch mittelgroße (2—3-schleifige) und sehr große (vielschleifige) Chromosomenbläschen finden. Insbesondere war in den beiden größten Centralkapseln je ein außerordentlich großes, sehr schleifenreiches Bläschen enthalten (vergl. Taf. LXXX, Fig. 564). Die größten Chromosomenzahlen (20—27) fanden sich in den mittelgroßen Centralkapseln von 0,4—0,7 mm Durchmesser.

Manche Bilder (Taf. LXXX, Fig. 563) weisen nun ferner mit Bestimmtheit darauf hin, daß die größeren Chromosomenbläschen durch Verschmelzung von kleineren ihre Entstehung nehmen, und so wird man unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse zu dem Ergebnis geführt, daß

gleichzeitig mit dem Wachstum von Kern und Centralkapsel immer neue einschleifige Chromosomenbläschen im Kernraum ihre Entstehung nehmen und nach einiger Zeit mit den schon bestehenden größeren, mehrschleifigen Bläschen verschmelzen.

Wie die Bläschen ihre Entstehung nehmen, läßt sich nicht Schritt für Schritt verfolgen, da sich der Bildungsprozeß offenbar sehr rasch abspielt. Jedoch fand ich wiederholt Bilder (Taf. LXXVIII, Fig. 549*a*; Taf. LXXIX, Fig. 558 bei *a*), welche darauf mit Sicherheit hinweisen, daß die kleinen, einschleifigen Bläschen durch Umwandlung je eines Einzelknäuels ihre Entstehung nehmen. Man sieht nämlich in einzelnen Kernen dicht unter der Kernmembran scharf abgegrenzte Bläschen, welche auf ungefärbtem Grunde lockere Knäuelfiguren erkennen lassen, welche den übrigen direkt im Kernplasma eingebetteten „Einzelknäueln" (Taf. LXXIX, Fig. 556) sehr ähnlich sind, aber sich infolge des ungefärbten Untergrundes und wohl auch wegen dichterer Beschaffenheit in viel schärferer Weise hervorheben. Diese wandständigen Bläschen dürften die Brücke zwischen den „Einzelknäueln" und den einschleifigen Chromosomenbläschen bilden, und man hat also wohl anzunehmen, daß die letzteren in folgender Weise ihre Entstehung nehmen: ein Einzelknäuel nach dem anderen umgiebt sich mit einer gesonderten „Kernvakuole", sodann tritt, ähnlich wie in den Prophasen der Reifungsteilungen der Metazoen, eine Verkürzung und Verdichtung des aufgewundenen, blassen Fadens zu einem kurzen, gedrungenen, dunkel tingierbaren Chromosom (Taf. LXXVIII, Fig. 549*b*) ein.

In ganz ähnlicher Weise konnte ich auch eine successive Entstehung der Einzelchromosomen in den Kernen der Aulacanthiden verfolgen, nur daß die letzteren im fertigen Zustand nicht von gesonderten Bläschen umschlossen scheinen. Auch bei den Aulacanthiden findet die Bildung der Chromosomen, mindestens der Mehrzahl nach, dicht unter der Kernmembran statt.

Welches ist nun die Bedeutung der successiven Entstehung der Chromomsoenbläschen und ihrer Verschmelzung zu vielschleifigen Gebilden?

Berücksichtigt man zunächst die zunehmende Kerngröße und Chromosomenzahl, zieht man ferner in Erwägung, daß die entsprechenden Vorgänge in den Aulacanthidenkernen sicherlich die Teilung vorbereiten, so wird man mit Notwendigkeit zu der Auffassung geführt, daß es sich bei den oben beschriebenen Prozessen, die im übrigen mit einer Verdickung der Kernmembran,

vielleicht auch mit einer Längsspaltung der Chromosomen verbunden sind (s. oben S. 418; Taf. LXXXII, Fig. 570), um die Prophasen eines Teilungsvorganges handelt.

Ich muß es als einen besonderen Glücksfall betrachten, daß unter den 40—50 Exemplaren von *Oroscena*, welche sich auf Grund ihrer guten Konservierung zur Herstellung von Schnittserien eigneten, auch eines befand, welches in seiner Centralkapsel zwei Kerne einschloß, die durchaus an die Doppelkerne der Aulacanthiden (s. S. 23, Fig. 6) und anderer Tripyleen erinnern und zweifellos, wie diese, durch Teilung eines Kernes, in unserem Fall des Primärkernes, ihre Entstehung genommen haben (Taf. LXXIX, Fig. 561). Die beiden Kerne zeigen ein vollkommen gleichartiges Aussehen: sie haben eine hemisphärische Gestalt und kehren sich gegenseitig die platte Seite zu. Jeder Kern enthält zwei symmetrisch gelegene nukeolenartige Binnenkörper von schaumiger Beschaffenheit und außerdem ein feines Fadenwerk, welches in zahlreichen, gleichmäßig verteilten Herden eine knäuelartige Verdichtung aufweist (Taf. LXXIX, Fig. 560). Diese Verdichtungen erinnern sehr an die Einzelknäuel des Primärkernes (Taf. LXXIX, Fig. 556). Im Kernplasma liegen außerdem zahlreiche dunkle Körnchen zerstreut, welche wohl, da die betreffende Centralkapsel mit FLEMMING'scher Flüssigkeit konserviert war, als Fetttröpfchen zu deuten sind.

Jeder der beiden Kerne ist umgeben von einer nahezu homogenen plasmatischen Schicht, welche gegen die intrakapsuläre Sarkode scharf abgegrenzt ist und deren Entstehung möglicherweise mit der starken Verdickung der Kernmembran des Primärkernes in irgend einem Zusammenhang steht. Die beiden Hüllen dieses „Neuplasma" stoßen in der Medianebene des Kernes nicht aneinander, sondern sind durch eine dünne plasmatische Schicht voneinander getrennt welche zahlreiche, vermutlich als Fetttröpfchen zu deutende Körnchen enthält.

Die eigentliche intrakapsuläre Sarkode ist auf eine ganz schmale Schicht zusammengedrängt, welche spärliche Alveolen von geringer Größe und wenige Konkretionen enthält.

An das Doppelkernstadium schließt sich zwanglos ein Stadium an, auf welches ich verhältnismäßig oft, nämlich auf den Schnittpräparaten siebenmal und außerdem einmal auf einem Ganzpräparate gestoßen bin, und welches ich als Differenzierungsstadium bezeichnen möchte (Taf. LXXX, Fig. 562). Der eine Kern, der den Geschlechtskern darstellt (Fig. 562 *g*), weist im wesentlichen die Beschaffenheit der Tochterkerne des vorangehenden Stadiums auf, der andere, der als vegetativer oder Dauerkern bezeichnet werden mag (Fig. 562 *d*), ist von der intrakapsulären, die Konkremente führenden Sarkode nicht durch eine Zone von Neuplasma getrennt, er zeigt ein stärkeres Tinktionsvermögen und weist hinsichtlich seiner Struktur, insbesondere was das Wiederauftreten ein- und mehrschleifiger Chromosomenbläschen anbelangt, durchaus die Beschaffenheit der in sehr jungen Centralkapseln aufgefundenen Primärkerne auf (vergl. Taf. LXXVIII, Fig. 549).

Was die Entstehung dieses Differenzierungsstadiums anbelangt, so liegt wohl die Annahme am nächsten, daß es aus dem Doppelkernstadium durch Differenzierung der beiden Kerne seinen Ursprung genommen hat. In diesem Fall würde sich der eine Kern unter bedeutender Verdichtung und Verkleinerung zum vegetativen oder Dauerkern und seine Neoplasmaschicht in intrakapsuläre Sarkode umgewandelt haben. Für die Zulässigkeit einer derartigen Auffassung spricht auch der Umstand, daß im Differenzierungsstadium und namentlich im folgenden (fünfkernigen) Stadium (Taf. LXXX, Fig. 565) die intrakapsuläre Sarkode, im Vergleich mit dem

Doppelkernstadium, wieder bedeutend an Masse zugenommen hat, was wohl auf eine Umwandlung der Neoplasmaschicht in Intrasarkode zurückgeführt werden kann.

An das Differenzierungsstadium reiht sich, wenn auch wohl nicht ganz unvermittelt, ein fünfkerniges Stadium (Taf. LXXX, Fig. 565) an, in welchem der Dauerkern (Fig. 565a *d*) das Centrum der Centralkapsel eingenommen hat und der Geschlechtskern in 4, je von einer besonderen Neoplasmazone umgebene Geschlechtskerne (Fig. 565a und b $g'-g''$) zerfallen ist. Die Enkelgeschlechtskerne gleichen durchaus dem ursprünglichen Geschlechtskern und enthalten, wie dieser, schaumige nucleolusartige Bildungen, deren Zahl aber, wegen Ausfalles einzelner Schnitte, nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Die intrakapsuläre Sarkode wies auf meinem Präparat, was die Verteilung von Plasma und Alveolen anbelangt, einen durchaus jugendlichen Charakter auf und enthielt sehr zahlreiche Konkretionen, namentlich Sonnen und Doppelgarben. Eine entfernte Aehnlichkeit besitzt diese Phase mit einem von Doflein (1907, Taf. XVIII, Fig. 20) bei *Amoeba vespertilio* gefundenen Stadium, welches innerhalb der Kernmembran neben dem dunkel gefärbten Binnenkörper 4 rundliche Kernportionen zusammengepackt zeigt.

Auf einer weiteren Entwickelungsstufe (Taf. LXXXI, Fig. 566*a—d*) sieht man dann, abgesehen von dem central gelegenen Dauerkern, in der ganzen intrakapsulären Sarkode kleine kernartige Bildungen verteilt, welche in ihrer Struktur an die dichteren Einzelknäuel des Doppelkernstadiums (Taf. LXXIX, Fig. 560) und an diejenigen der Geschlechtskerne des Differenzierungsstadiums (Taf. LXXIX, Fig. 556) erinnern. Diese knäuelig strukturierten Kleinkerne, welche ich als Sporenmutterkerne bezeichnen möchte, liegen zum Teil innerhalb der Sarkodebalken (Fig. 566a), zum Teil im Innern der größeren Alveolen (Fig. 566c). Die meisten Sporenmutterkerne umschließen je eine kleinere Konkretion, welche in diesem Falle vielfach ein zerflossenes oder gequollenes Aussehen, offenbar als Zeichen eines Auflösungsprozesses, aufweist (Fig. 566b). In einem Fall (Fig. 566d) waren deutlich gesonderte Fädchen zu erkennen, welche um die beiden Pole einer sanduhrförmigen, dem Nukleolo-Centrosom anderer Protozoen ähnlichen Konkretion angeordnet waren.

Wenn nun auch Zwischenstufen zwischen dem fünfkernigen Stadium und dem oben beschriebenen Stadium der Desintegration fehlen, so dürfte doch wohl kaum zu bezweifeln sein, daß die als Sporenmutterkerne bezeichneten, großenteils knäuelförmigen Gebilde in der Weise ihre Entstehung genommen haben, daß sich die 4 Geschlechtskerne des fünfkernigen Stadiums mittelbar oder unmittelbar in ihre Einzelknäuel aufgelöst haben, daß also eine „Kernzerstreuung“, eine Desintegration oder, wie wir auch sagen können, eine Reduktion in großem Stile stattgefunden hat. Versteht man doch unter Reduktionsteilungen solche Teilungen, bei welchen ein Auseinandertreten von Chromatinelementen ohne vorangegangene Längsspaltung oder Verdoppelung stattgefunden hat. Die Auffassung speciell, daß man es hier wirklich mit den Sporenmutterkernen, d. h. mit den Ascendenten der später zu beschreibenden Sporenkerne zu tun hat, wird dadurch gestützt, daß man auch in den späteren Stadien vielfach noch neben den Sporenkernen und deren Teilungsfiguren größere Knäuelfiguren findet, welche durchaus mit den Einzelknäueln des Desintegrationsstadiums übereinstimmen.

Der Periode der Desintegration oder Reduktion folgt nun die Periode der Teilung der Sporenmutterkerne. Es liegt mir zunächst ein Stadium vor, in welchem in der

ganzen intrakapsulären Sarkode Gruppen von 2 oder 3 Kernen verteilt liegen (Taf. LXXXI, Fig. 567, 568). Diese Kerne besitzen zum großen Teil eine dicht-knäuelige Beschaffenheit (Fig. 568c), zum Teil erscheinen sie in eine größere Zahl (15—20) körnchenförmiger Chromosomen aufgelöst (Fig. 568a, linker Kern), zum Teil zeigen sie das Stadium der späteren Telophase und erinnern dann sehr an die „Pseudoamitosen", welche man bei Aetherisierung in Furchung begriffener *Cyclops*-Eier erhält (Fig. 568b). Es scheint, daß auch hier, ähnlich wie bei den Teilungsvorgängen der dicystinen Aulacanthiden, auf das zweikernige Stadium, unter Vorantritt des einen Kernes, ein dreikerniges und dann erst ein vierteiliges Stadium folgt.

Auf einem anderen Präparate (Taf. LXXXI, Fig. 569) bestehen die Kerngruppen oder Sporennest-Anlagen bereits aus 4—8 Kernen, und endlich liegen mir drei Serien vor, welche die ganze intrakapsuläre Sarkode mit Nestern von zahlreichen Sporenkernen ausgefüllt zeigen (Taf. LXXXII, Fig. 571). In der Peripherie der Centralkapsel sind die Sporennester senkrecht zur Kapselmembran in die Länge gezogen und weisen im ganzen eine epithelartige Anordnung auf (Taf. LXXXII, Fig. 573, oben), im Centrum der Kapsel sind sie mehr kugelig und in unregelmäßigen Gruppen zusammengehäuft (Fig. 571, 573 unten). Die Gesamtzahl der Sporennester habe ich in einem Fall auf etwa 6000 berechnet.

Das einzelne Sporennest besteht aus einer centralen Alveole und einer plasmatischen Wandung, in welch' letztere die Kerne eingelagert sind (Fig. 573). Die Kerne zeigen meist eine dichtknäuelige Beschaffenheit, doch habe ich in einer Centralkapsel, in welcher der Kernbildungsprozeß noch weniger weit vorgeschritten war, auch pseudoamitosenähnliche Telophasen gefunden (Taf. LXXXII, Fig. 572), und ferner treten, wie schon erwähnt, vereinzelt neben den Sporennestern größere knäuelartige Kerne auf, welche als Sporenmutterkerne zu betrachten sind, die in der Vermehrung zurückgeblieben sind. Die Zahl der Kerne beträgt bei der am weitesten vorgeschrittenen Centralkapsel (Fig. 571) in den einzelnen Nestern 16—35, in der Peripherie der Centralkapsel 40—50. Konkretionen sind auf diesem Stadium nur noch wenige vorhanden.

Ueber die Bedeutung dieser Vorgänge, welche in Textfig. 73 nochmals übersichtlich zusammengestellt sind, habe ich mich schon früher (1907b) folgendermaßen geäußert:

„Die endgültige Bildung der Schwärmer habe ich nicht beobachtet, ich kann also auch nicht angeben, ob es sich bei diesen Vorgängen um Iso- oder Anisosporenbildung handelt. Die gruppenweise Anordnung und die Strukturverhältnisse der Kerne würden sich am besten mit den Verhältnissen bei der Anisosporenbildung der koloniebildenden Formen und der Thalassicollen in Einklang bringen lassen (R. HERTWIG 1876, BRANDT 1885), und ebenso würde das Gesamtbild im ganzen mit einer von BRANDT (1890) gegebenen, die Anisosporenbildung von *Thalassicolla* darstellenden Skizze übereinstimmen. Indessen habe ich auf keinem Präparate die Differenzierung der zwei Sporenarten wahrgenommen.

Fig. 73. Fortpflanzungszyklus von *Oroscena regalis*. (Etwas schematisiert: Die Alveolen und Konkretionen der Intrasarkode sind nicht eingezeichnet). A Schwärmsporen (bei *Oroscena* noch nicht beobachtet). B Sehr junge Centralkapsel von 0,3 mm Durchmesser; *p* Primärkern mit einschleifigen Chromosomenbläschen. C Aeltere Centralkapsel; der Primärkern *p* mit zwei großen vielschleifigen und mehreren einschleifigen Chromosomenbläschen. D Telophase der Teilung des Primärkerns (Doppelkernstadium). E Differenzierungsstadium; *d* Dauerkern, *g* Geschlechtskern. F Fünfkerniges Stadium; der Dauerkern *d* ist in die Mitte gerückt. G Desintegrations- oder Reduktionsstadium; die Genitalkerne sind in zahlreiche Einzelknäuel (= Sporenmutterzellkerne) zerfallen, welche sich in der ganzen Intrasarkode verteilt haben und zum Teil in Teilung getreten sind. H Sporenbildungstadium; der Primärkern bereitet sich aufs Neue zur Teilung vor.

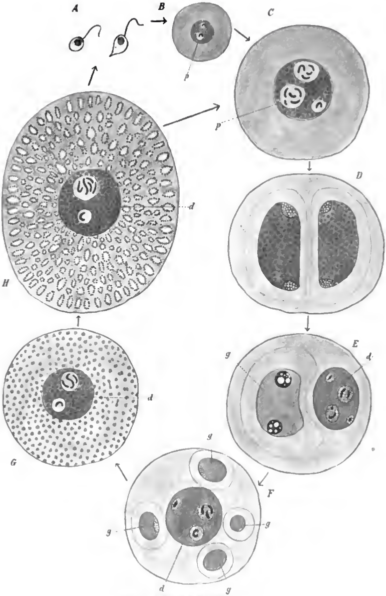


Fig. 73. (Figurenerklärung siehe S. 422.)

„Die hier geschilderten Vorgänge begreifen allerdings nur einen Teil des Fortpflanzungscyklus von *Oroscena* in sich, da die Entwickelung der Spore zum fertigen Radiolar nicht beobachtet wurde. Aber die bisher vorliegende Reihe von Stadien zeigt infolge der Größe der Kerne und Chromosomen so klare und übersichtliche Verhältnisse, wie sie nur bei wenigen anderen Protozoen vorliegen dürften.

„Besonders klar tritt insbesondere die Differenzierung des Primärkerns in einen Geschlechtskern und einen vegetativen Kern hervor. Solche Differenzierungen sind ja von vielen anderen Protozoen bekannt: ich erinnere nur an den Kerndualismus der Ciliaten, an die Befunde von CALKINS (1904) bei *Amoeba proteus*, von GOLDSCHMIDT (1907, 1907a) bei Mastigamöben. Was aber unseren Fall von allen anderen bisher bekannt gewordenen [1]) unterscheidet, ist der Umstand, daß der vegetative Kern oder, wie ich ihn genannt habe, der Dauerkern während der Weiterentwickelung des Geschlechtskernes nochmals die nämliche Serie von Veränderungen wiederholt, welche der Primärkern in den jungen Centralkapseln vor seiner Differenzierung in den Geschlechtskern und Dauerkern durchläuft. Er nimmt an Größe zu, seine Membran verdickt sich, und ebenso ist eine allmähliche Zunahme in der Zahl der Chromosomenbläschen und ein allmähliches Verschmelzen derselben zu mehrschleifigen Teilkernen zu beobachten. Er verhält sich also ganz analog dem Primärkern, und da bei diesem die aufgezählten Veränderungen schließlich zur Teilung führen, so darf man wohl schließen, daß auch der Dauerkern sich abermals zur Teilung vorbereitet. Unterstützt wird diese Auffassung dadurch, daß ich trotz eines reichen Materials aus verschiedenen Oertlichkeiten und Jahreszeiten keinerlei Anzeichen dafür gefunden habe, daß bei den Oroscenen vegetative Teilungsvorgänge mit teilweiser Resorption und Neubildung der Gitterschale vorkommen. Man muß also mit der Wahrscheinlichkeit rechnen, daß das nämliche *Oroscena*-Individuum zu wiederholten Malen in den Prozeß der Sporenbildung eintritt, so wie ein großer Teil der Metazoen zu periodischer Geschlechtszellenbildung befähigt ist. Der Verzicht auf die vegetativen Teilungen und die Beschränkung auf die Sporenbildung würde als eine Anpassungserscheinung zu betrachten sein, welche mit dem Besitz eines mächtig entwickelten, geschlossenen Kieselskelettes im Zusammenhang steht, und es würde also der Uebergang zu der besonderen Fortpflanzungsweise in letzter Linie auf eine Art Kräfteökonomie und auf das Streben nach Materialersparnis zurückzuführen sein.

„Die Vorgänge bei der Sporenbildung von *Oroscena* erinnern weiter sehr an die bei zahlreichen Protozoen beobachteten Chromidien. Insbesondere zeigen sie Anklänge an die Befunde von R. HERTWIG (1902) bei *Actinosphaerium*, von LÉGER (1904) bei Gregarinen *(Stylorhynchus)*, von CALKINS (1904) bei *Amoeba proteus*, von SCHAUDINN (1905) bei *Centropyxis* und und von GOLDSCHMIDT (1907) bei Mastigamöben. Nur CALKINS führt die Entstehung der Chromidien auf mehrfache Teilungen und auf eine successive Desintegration des Amöbenkerns zurück, während speciell R. HERTWIG und GOLDSCHMIDT die Entstehung der Chromidien als einen Austritt chromatischer Massen aus dem Primärkern beschreiben. Hier bei *Oroscena* liegt der Fall ähnlich wie bei der von CALKINS untersuchten *Amoeba proteus*, nur daß die chromatischen Teile, in welche sich der Kern desintegriert, die Einzelknäuel oder Chromosomen-

1) Eine gewisse Aehnlichkeit besteht übrigens mit den Myxosporidien, deren Körper bekanntlich bei der Sporenbildung seine selbständige Existenz nicht aufgiebt, sondern vegetiert und weiterwächst. Auch an ein Bild von *Mastigella* bei GOLDSCHMIDT (1907 a, Taf. VIII, Fig. 64), welches auf eine periodische Gametenbildung hinweist, wird man erinnert.

anlagen des Primärkerns darstellen und also im Primärkern bereits als selbständige Elemente oder Individuen vorgebildet sind.

„Ich komme noch kurz auf einen dritten Punkt zu sprechen. Offenbar ist die der Sporenbildung von *Oroscena* vorangehende Desintegration des Geschlechtskerns, wie schon erwähnt wurde, als ein Reduktionsprozeß in großem Stil anzusehen, d. h. es findet, kurz gesagt, eine Verteilung, ein Auseinanderweichen von Chromatinelementen ohne vorangegangene Längsspaltung statt. Man darf also diesen Desintegrationsvorgang zunächst mit den Reduktionsteilungen bei anderen Protozoen vergleichen. Nun hat man aber, seit Schaudinn, Prowazek und Prandtl das Vorkommen von Reduktionsteilungen bei der Gametenbildung verschiedener Protozoen nachgewiesen haben, noch mehr als früher ein Recht, die vorbereitenden Teilungsvorgänge, welche bei den Protozoen der Gameten-, bezw. Geschlechtskernbildung vorangehen, zu den Reifungserscheinungen bei den höheren Kryptogamen, bei Phanerogamen und Metazoen in Beziehung zu bringen."

Wenn aber wirklich alle diese Erscheinungen zusammengehören, wenn man insbesondere ein Recht hat, die Desintegrationsvorgänge bei *Oroscena* mit den Reifungsvorgängen bei höheren Organismen in Parallele zu bringen, so wird man zu der Vermutung geführt, es möchte in Vorgängen, welche ähnlich den bei *Oroscena* beobachteten sind, die von vielen gesuchte phylogenetische Wurzel der Reduktionsprozesse liegen, d. h. man würde anzunehmen haben, daß die höheren Organismen mit kleiner, streng fixierter Chromosomenzahl einen rudimentären Sporenbildungsprozeß benutzt haben, um die gewünschte Halbierung der Chromosomenzahl in einer streng gesetzmäßigen Weise zu bewerkstelligen.

Horizontalverbreitung. Orosphäriden sind vom „Challenger" in allen Teilen des Atlantik und Pacifik, namentlich in den centralen Gebieten des letzteren, gefischt worden. Auch Funde aus der Gegend von Madagaskar und Sansibar werden von Haeckel erwähnt. Der „National" hat sodann *Oroscena regalis* in 2 Exemplaren aus der Irmingersee erhalten (Borgert, 1901 a), und die „Valdivia" erbeutete ein sehr reichliches, derselben Großart zugehöriges Material im tropischen und südlichen Atlantik, in der Antarktis und in allen von ihr befahrenen Gebieten des Indik. Aus dem Mittelmeer sind bisher keine Funde bekannt (Borgert, 1901), im übrigen scheinen aber die Orosphäriden, wie aus obiger Zusammenstellung hervorgeht, eine sehr weite Verbreitung zu haben und in nahezu allen kalten und warmen Meeresgebieten vorzukommen.

Eigentümlich ist die schon von Borgert (1892) und mir (1904) hervorgehobene gleichmäßige Verteilung der Individuen. So enthielt auf der südlichen Hälfte der Reiseroute des „National" fast jeder Fang einzelne, meist 1—5, Orosphäriden, und ebenso war im „Valdivia"-Material eine gleichmäßige Verteilung der Individuen auf die einzelnen Stationen wahrzunehmen.

Vertikalverbreitung. Sämtliche vom „Challenger" erbeuteten Fragmente und vollständigen Exemplare wurden mit sehr tiefgehenden Netzzügen erbeutet, besonders häufig fanden sich Bruchstücke im Radiolarienschlamm einiger pacifischer Sationen (namentlich 265 und 268) in Tiefen von 2900 Faden. Nur die von Kapitän Rabbe bei Madagaskar gefischte *Orosphaera furcata* soll angeblich aus den Oberflächenschichten stammen, was aber schon von Haeckel bezweifelt wird.

In den Schließnetzzügen des „National" fanden sich keine Orosphäriden (Borgert, 1903, S. 734), dagegen enthielt das Schließnetzmaterial der „Valdivia" einige Stücke:

Station	132 (Antarktis).	2500—1900 m.	1 Exemplar mit mittlerem Maschentypus. Durchmesser der Centralkapsel 0,35 mm.
„	136 (Antarktis).	1500— 400 m.	1 Exemplar mit mittlerem Maschentypus. Durchmesser der Centralkapsel 0,8 mm.
„	170 (südlicher Indik).	1700—1000 m.	1 Exemplar von derbem Maschentypus (Basalfläche mit großen Maschen, aber derben Balken). Durchmesser der Centralkapsel 0,73 mm.
„	228 (nördlicher Indik).	420— 350 m.	1 Exemplar von mittlerem Maschentypus (Apikal- und Basalfläche etwas ungleichmaschig). Durchmesser der Centralkapsel 0,6 mm.

Diese leider nur spärlichen Befunde weisen übereinstimmend darauf hin, daß die Orosphäriden, wie dies schon HAECKEL vermutet hat, Bewohner der tieferen Meeresregionen sind und also zu den skoto- und nyktoplanktonischen Formen gehören. Eine Stütze für diese Auffassung bildet einerseits der Umstand, daß bisher in den Oberflächenschichten keine Exemplare gefunden wurden (abgesehen von dem oben erwähnten unsicheren Fund bei Madagaskar), andererseits die bedeutende Größe und die Derbheit der Skelettstrukturen.

Systematik. HAECKEL hat unter den Formen der „Challenger"-Ausbeute nicht weniger als 4 Gattungen und 27 Species unterschieden. Diese auffallend große Zahl von Formen kann vielleicht durch den Umstand erklärt werden, daß die Orosphäriden „im allgemeinen selten und auf wenige Oertlichkeiten beschränkt sind, und daß wahrscheinlich alle Species Bewohner von großen Meerestiefen sind". Die Gattungen sind nach HAECKEL nahe verwandt und unterscheiden sich hauptsächlich in der äußeren Gestalt der Gitterschale: Die Gattung *Oroscena*, die „ancestral form" der Familie (mit 3 Arten), besitzt eine glatte Gitterschale ohne jegliche Radialstacheln, die Gattung *Orosphaera* (mit 11 Arten) ist durch den Besitz von Radialstacheln unterschieden, in der Gattung *Oroscena* (mit 8 Arten) sind die Basen der letzteren pyramidenförmig ausgezogen, und in der Gattung *Oroplegma* (mit 5 Arten) ist die Gitterschale von einem lockeren, spongiösen Balkenwerk umhüllt, welches durch Anastomosierung der Seitenäste der Radialstacheln zu stande kommt. Die Gattungen *Orosphaera* und *Oroscena* werden in je zwei Untergattungen zerlegt, je nachdem die Radialstacheln einfach oder baumförmig verästelt sind (*Oronium*, *Orothamnus*, bezw. *Oroscenium*, *Orodendrum*), die letzte Gattung *Oroplegma* wird ebenfalls in 2 Subgenera gespalten, je nachdem die äußere Schale „a simple fenestrated lamella, forming an outer concentric lattice-sphere" oder „a complex framework, forming an outer spongy envelope" darstellt. Bei der Diagnose der einzelnen Arten kommt im HAECKEL'schen System hauptsächlich die Form der Radialstacheln (Cylinder- oder Spindelform, gerader oder gekrümmter Verlauf), ihre Oberflächenbeschaffenheit (glatte, bedornte oder getüpfelte Oberfläche) und Verzweigungsweise in Betracht. Speciell die Arten der Gattung *Orosphaera* sollen nahe verwandt sein „and require a further accurate examination".

BORGERT (1901a) hat sodann aus dem Material des „National" einige Formen beschrieben, bei welchen die Gitterschale eine deutlich monaxon-ungleichpolige Gestalt mit gewölbter Apical- und mehr abgeplatteter Basalfläche besitzt und die Radialstacheln in unregelmäßigen Kreisen um die Hauptachse herum gestellt sind. BORGERT fand auch, daß die Radialstacheln der Apikalfläche und diejenigen des Basalflächenrandes ungleich ausgebildet sind, daß sie an der Basalfläche selber fehlen und daß die Schale zwischen den Radialstacheln mit kürzeren, feinen, dornigen Nebenstacheln besetzt ist (vergl. Textfig. 64).

Das Material der „Valdivia" enthielt im ganzen etwa 150 vollständige Exemplare, welche durchweg die wesentlichen Charaktere der BORGERT'schen *Oroscena regalis* aufweisen. Allerdings zeigen sie je nach der Beschaffenheit der Gitterbalken und Radialstacheln

sehr zahlreiche Abweichungen vom Typus der *Oroscena regalis*, indem sie sich bald mehr dem Typus der HAECKEL'schen Gattung *Orosphaera* nähern, bald die charakteristischen Merkmale von *Oroscena* und *Oroplegma* zeigen. Aber alle diese verschiedenen Varianten sind durch Uebergänge verbunden, derart, daß man mitunter an einer und derselben Station vollständige, von einem Extrem zum anderen führende Reihen finden kann, und es besteht also kein Zweifel, daß es sich durchweg um Individualvarianten oder um Entwickelungszustände einer und derselben Großart handelt.

Das eine Extrem bilden Formen mit sehr großen (bis 0,15 mm langen), eckigen Maschen und verhältnismäßig dünnen, meist ziemlich reichbedornten Balken, mit cylindrischen, glatten oder schwach bedornten Apikal- und ebensolchen, schwach verzweigten und nicht anastomosierenden Basalstacheln, sowie mit wenigen Nebendornen. Von diesem zartmaschigen Typus (Textfig. 65) führen nun alle Uebergänge (Textfig. 66) zu einem derbmaschigen Typus (Textfig. 67): die Balken werden dicker, ihre Bedornung verschwindet, gleichzeitig werden die Maschenlücken kleiner und bekommen eine rundliche Form; ferner bekommen die Apikalstacheln eine mehr keulenförmige Gestalt und eine kräftigere Bedornung, während die Basalstacheln eine reichlichere Verzweigung erhalten und miteinander in Anastomose treten; endlich nimmt auch die Zahl der Nebendornen mehr und mehr zu. Derartige derbmaschige Formen sind nun ihrerseits wieder durch Uebergänge mit Formen von ausgesprochenem *Oroplegma*-Typus (Textfig. 71) verbunden, indem die Anastomosen der Basalstacheln ein geschlossenes Ringgeländer bilden, welches bei Ansicht von der Apikal- oder Basalseite her wie eine zweite äußere Gitterschale erscheint.

Im ganzen gehen demnach folgende Veränderungen Hand in Hand: Zunahme der Balkendicke, Schwund der Bedornung, Verkleinerung und Abrundung der Maschenlücken, Verdickung der Apikalstacheln, stärkere Verästelung der Basalstacheln, Anastomosenbildung. Indessen können einzelne Merkmale des derbmaschigen Typus auch bei ausgesprochen zartmaschigen Individuen auftreten, so die Derbheit und keulenartige Form der Apikalstacheln und die verhältnismäßig glatte (unbedornte) Beschaffenheit der Gitterbalken. Ganz unabhängig von den übrigen Merkmalen tritt jedenfalls die Pyramidenbildung auf: es können sowohl extrem zartmaschige, als auch derbschalige Individuen mit Pyramiden ausgestattet sein, oder derselben entbehren.

Es wurde schon oben (S. 414) die Möglichkeit angedeutet, daß die zartmaschigen Individuen mit großen, eckigen Maschenlücken und mit schlanken, stabartigen Radialstacheln jüngere Entwickelungsstadien der derbmaschigen Zustände darstellen. Wie dem aber auch sei, jedenfalls treten daneben auch zahlreiche Individualvarianten, und zwar offenbar unabhängig von der geographischen Verbreitung, auf, und es dürfte daher vorderhand am zweckmäßigsten sein, zunächst ohne Berücksichtigung eines möglichen entwickelungsgeschichtlichen Zusammenhanges, eine Gliederung der Großart in eine Anzahl von Typen vorzunehmen. Wir können vielleicht am besten unterscheiden einen zartmaschigen Typus *(O. regalis gracilis)*, einen mittleren *(O. r. intermedia)*, einen derben *(O. r. robusta)* und einen *Oroplegma*-Typus *(O. r. oroplegmoides)*. Mit diesen Typen, deren genauere Diagnose weiter unten folgen soll, sind wohl eine ganze Anzahl der HAECKEL'schen Arten zu vereinigen, insbesondere die atlantischen Formen (s. unten). Unter den pacifischen Formen dürften allerdings einige einen selbständigeren Charakter haben, so wahrscheinlich *Orosphaera horrida* (Rep., p. 1596, Taf. CVI, Fig. 2) mit ihren mächtigen, keulenförmigen, in ihrer Proximalhälfte mit gebogenen

Dornen bewehrten Radialstacheln, und ebenso *Oroscena Gegenbauri* (Rep., p. 1597, Taf. CVI, Fig. 4) mit keulenförmigen, an der Oberfläche elegant skulpturierten Radialstacheln. Ob freilich diese Formen in Wirklichkeit, wie Haeckel sie abbildet, homaxon und nicht vielmehr ebenfalls ungleichpolig-monaxon sind, muß bei der offenbar sehr nahen Verwandtschaft, welche alle Angehörigen dieser Radiolariengruppe zeigen, bezweifelt werden.

Gattung. *Oroscena* Haeckel.

Orosphäriden mit mehr oder weniger stark pyramidenförmig ausgezogenen Stachelbasen.

Oroscena regalis Borgert.

Taf. LXXVI, Fig. 541, 542; Taf. LXXVII, Fig. 548; Taf. LXXVIII—LXXXII; Textfig. 64—73.

? *Hexactinellida dictyonina* Martin Duncan, 1881, Journ. Roy. Micr. Soc., p. 175, Taf. III, Fig. 4, 6.
Oroscena duncanii Haeckel, Rep., p. 1599, und wahrscheinlich andere *Oroscena*-Arten.
Oroscena regalis Borgert, 1901 a, S. 9, Fig. 8.

Schale leicht polyedrisch, monaxon-ungleichpolig, mit gewölbter Apikal- und abgeplatteter Basalfläche, mit unregelmäßigen, meist viereckigen Maschenlücken und bedornten Balken. Stachelbasen mehr oder weniger pyramidenförmig ausgezogen.

Radialstacheln der apikalen Fläche kürzer als der Schalendurchmesser, cylindrisch bis keulenförmig, mit dorniger Oberfläche, am Scheitel selber in einer Gruppe von zweien oder dreien (Apikalgabel), im übrigen in mehreren unregelmäßigen Kränzen um die Hauptachse angeordnet. Die Radialstacheln am Rande der Basalfläche (Basalstacheln) länger als der Schalendurchmesser, mit verzweigten und bedornten Seitenästen besetzt, zuweilen untereinander anastomosierend.

Höhe der Gitterschale 1,4—1,5 mm, größte Breite 1,6—1,8 mm (nach Borgert Durchmesser der Gitterschale 1,7—2,3 mm), Länge der Basalstacheln 2—2,2 mm, größter Durchmesser des gesamten Tieres 4—4,5 mm.

Varianten. In dem mir vorliegenden Material befinden sich sehr zahlreiche Varianten, die aber alle durch Uebergänge verbunden sind (siehe S. 427). Ich möchte darnach vier Haupttypen unterscheiden:

a) Zartmaschiger Typus (*Oroscena regalis gracilis* [Textfig. 65]) mit großen (bis zu 0,15 mm langen), polygonalen (meist viereckigen) Maschenlücken und sehr zarten, meist reichlich bedornten Balken (abgesehen von den derberen, die Stachelbasen verbindenden Rippen haben die Balken eine Dicke von 0,002—0,01 mm), mit meist cylindrischen, glatten oder schwach bedornten Apikal- und ebensolchen, schwach verzweigten und nicht anastomosierenden Basalstacheln, mit wenigen Nebenstacheln.

b) Mittlerer Typus (*O. regalis intermedia* [Textfig. 64, 66]), mit engeren, aber immer noch polygonalen Maschen und mit kräftigeren, bedornten Balken. Maschenweite der apikalen Seite meist verschieden von derjenigen der Basalfläche.

b) Derber Typus (*O. regalis robusta* [Textfig. 67, Taf. LXXVI, Fig. 541, 542]), mit rundlichen Maschenlücken und derben (meist 0,1—0,3 mm dicken), wenig bedornten Balken.

Apikalstacheln keulenförmig, kräftig bedornt, Basalstacheln sehr stark verzweigt, zum Teil miteinander anastomosierend. Zahlreiche Nebenstacheln.

d) *Oroplegma*-Typus (*O. regalis oroplegmoides* [Textfig. 71]). Im ganzen vom Habitus des derben Typus, jedoch sind sämtliche Basalstacheln miteinander anastomotisch verbunden, so daß sie ein „Ringgeländer" bilden (S. 427).

Die einzelnen Typen treten unabhängig von der Oertlichkeit auf, es konnten daher an den meisten Stationen mehrere Typen bezw. verschiedene Zwischenstufen gleichzeitig gefunden werden. So gehörten von 9 in Station 32 (canarische Strömung) gleichzeitig gefischten Exemplaren 2 dem sehr zarten Typus, 2 dem mittleren und die übrigen verschiedenen Stufen des derben und des *Oroplegma*-Typus an. Aehnliche Verhältnisse bestehen in der Antarktis, insbesondere konnte hier kein Ueberwiegen der derberen, struppigen Typen festgestellt werden, wie dies für verschiedene Tripyleen (Aulacanthiden und Cölodendriden) gilt.

Möglicherweise stellen die sehr zarten Typen frühere Entwickelungsstadien der derberen dar (s. oben S. 414).

Sehr wahrscheinlich sind mehrere der von Haeckel aufgestellten Arten, insbesondere die atlantischen und indischen Formen mit der Großart *Oroscena regalis* zu vereinigen. Insbesondere dürfte *Orosphaera spinigera* (nördlicher Atlantik), *O. ramigera* (südlicher Atlantik) dem Typus A, *Oroscena Huxleyi* (nördlicher Atlantik) dem Typus B, *Orosphaera confluens* (tropischer Atlantik) und *arborescens* (südlicher Atlantik), sowie *Oroscena Duncanii* (südlicher Atlantik) dem Typus C und *Oroplegma giganteum* (tropischer Atlantik) dem Typus D entsprechen. Da Haeckel anscheinend nur wenige vollständige Exemplare zur Verfügung hatte (Rep., p. 1591), so entging ihm vor allem die ungleiche Ausbildung der Apikal- und Basalstacheln, so daß er dazu gelangen mußte, Bruchstücke mit verschieden geformten Radialstacheln ohne weiteres verschiedenen Arten zuzuweisen.

Fundorte: Atlantik, Indik, ?Pacifik (Haeckel); Irmingersee (Borgert, 1901 a); T.-St. 32 (canarische Strömung, V., Typus A—D, zahlreich), 39 (Guineastrom, V.), 50 (Südäquatorialstrom, V.), 54, 55 (Guineastrom, V.), 66 (Golf von Guinea, V.), 73, 89, 90, 91 (Benguelastrom, V.), 112 (Agulhasbank, V.), 117, 120 (Westwindtrift, V.), 132 (Antarktis, S. 2500—1900), 135 (Antarktis, V.), 136 (Antarktis, S. 1500—400), 142 (Antarktis, V.), 170 (südlicher Indik, S. 1700—1000), 182 (südlicher Indik, V.), 213, 215, 217, 218, 221, 223 (nördlicher Indik, V.), 228 (nördlicher Indik, S. 420—350), 236, 237, 239, 268 (nördlicher Indik, V.).

Horizontal- und Vertikalverbreitung. *Oroscena regalis* kommt mindestens in allen Teilen des Atlantik und Indik, ferner in den nördlichen Mischgebieten des Atlantik (Irmingersee) und in der Antarktis vor, wahrscheinlich auch im Pacifik, wo sie aber zum Teil durch specialisierte Formen (*Orosphaera horrida, Oroscena Gegenbauri*) vertreten zu sein scheint. Nach den bisherigen Untersuchungen gehört *Oroscena regalis* der skoto- und nyktoplanktonischen Fauna an.

III. Tiefenbewohnende Mikroradiolarien

(Sphärellarien und Cyrtellarien).

Während die Mehrzahl der Tripyleen oder Phäodarien und unter den Collodarien wenigstens einige große, mit starkem Skelett ausgestattete monozoe Formen ausgeprägte

Tiefenbewohner sind, wird von den kleinen Formen aus den Gruppen der Sphärellarien, Nassellarien und Acantharien, die man in ihrer Gesamtheit als Mikroradiolarien bezeichnen kann, in der Regel angenommen, daß sie zu den charakteristischen Bestandteilen des Oberflächen-Planktons gehören. Indessen hat mich die Untersuchung der Schließnetzfänge der „Valdivia"-Ausbeute zu dem Ergebnis geführt, daß es auch unter den Sphärellarien und innerhalb der Nassellariengruppe der Cyrtellarien nicht wenige Formen giebt, welche ausgesprochene Tiefenbewohner sind und so als Begleiter der skoto- und nyktoplanktonischen Challengeriden und anderer Tripyleen in Tiefen von 400—5000 m vorkommen.

Als Kriterium dafür, daß man eine Form als tiefenbewohnend zu bezeichnen hat, möchte ich es betrachten, wenn sie, womöglich in größerer Individuenzahl, mit vollständiger Centralkapsel in tiefer gehenden Schließnetzfängen erbeutet worden ist, während sie in den Schließnetz- und Planktonfängen aus den oberen Regionen nicht vorkommt, bezw. durch nahe verwandte, anders gestaltete Formen vertreten wird.

Ausschlaggebend ist jedenfalls der Besitz einer Centralkapsel. Da nämlich die speciell an Collodarien und Sphärellarien gemachten Erfahrungen darauf hinweisen, daß das Leben des einzelnen Individuums mit dem Platzen der Centralkapsel und dem Ausschwärmen der Sporen (bezw. des letzten Sporen-„Satzes") abschließt, so wird man berechtigt sein, auch bei anderen Formengruppen Individuen mit vollständiger Centralkapsel als vollkommen lebenskräftig zu bezeichnen. Werden also solche Individuen in größeren Meerestiefen, zumal in beträchtlicher Anzahl, gefunden, so wird man wohl mit der Annahme schwerlich fehlgehen, daß sie normalerweise hier zu Hause sind.

In vielen Fällen wird die Auffassung, daß eine Form eine Tiefenbewohnerin ist, dadurch erheblich gestützt, daß das Skelett gewisse Merkmale aufweist, durch welche auch bei den Tripyleen die tiefenbewohnenden Formen von den Oberflächenbewohnern unterschieden sind. Dahin gehört vor allem die derbe Beschaffenheit der Skeletteile, ein Merkmal, welches speciell die tiefenbewohnenden Challengeriden (vergl. Taf. XLIX, Fig. 377) in so charakteristischer Weise kennzeichnet und bei einer ganzen Reihe der hier zu beschreibenden Sphärellarien und Cyrtellarien wiederkehrt. So sind z. B. *Acanthosphaera hirsutissima* (Taf. LXXXIII, Fig. 574, 575), *Ellipsoxiphium palliatum* (Taf. LXXXIV, Fig. 587), *Lamprocyclas maritalis* (Taf. LXXXV, Fig. 594, 595) und die beiden antarktischen Formen *Saccospyris antarctica* (Taf. LXXXIV, Fig. 590) und *Peromelissa denticulata* (Taf. LXXXIV, Fig. 582) durch eine ganz ungewöhnliche Schalendicke, bezw. durch die Derbheit der übrigen Skelettstrukturen gekennzeichnet.

Daß auch bei diesen Mikroradiolarien die Massigkeit des Skelettes wirklich mit dem Aufenthalt in größeren Meerestiefen im Zusammenhang steht, tritt dann besonders deutlich hervor, wenn sich in den oberen Schichten der nämlichen oder benachbarter Stationen ähnliche Formen von sehr dünner Schalenwandung vorfinden, so wie dies z. B. bei den von der „Valdivia" gefischten Stylosphäriden und bei *Lamprocyclas* der Fall war.

Ein anderes Merkmal, welches die in den Tiefen aufgefundenen Sphärellarien und Cyrtellarien mit vielen ausgesprochenen Tiefenbewohnern aus der Gruppe der Tripyleen gemein haben, ist die Reduktion des Schwebeapparates. So ist z. B. bei der tiefenbewohnenden *Acanthosphaera hirsutissima* (Taf. LXXXIII, Fig. 574, 575), im Gegensatz zu den wohlbekannten, außerordentlich zierlichen Astrosphäriden des Oberflächenplanktons, keine Differenzierung einzelner

radialer Skelettteile zu Schwebeapparaten wahrzunehmen, vielmehr finden wir, ganz wie bei manchen skoto- und nyktoplanktonischen Castanelliden, die Schale von einem gleichmäßigen Mantel von dünnen Nebendornen besetzt.

Wie ferner bei den Challengeriden und anderen Tripyleen der Uebergang zur Linsengestalt und die Ausbildung strahliger oder kielförmiger Randstrukturen ein besseres Durchschneiden des Wassers und somit die Ausdehnung der vertikalen Wanderung in beträchtliche Meerestiefen zu begünstigen scheint, so findet man auch unter den in der Tiefe gefischten Sphärellarien und Cyrtellarien verschiedene Formen mit seitlich zusammengedrückter Schale und zugeschärftem Schalenrande. So sei z. B. auf *Heliodiscus asteriscus* (Taf. LXXXIII, Fig. 579) hingewiesen, dessen scheibenförmige Außenschale mit einem Kranz von derben Radialstacheln ausgestattet ist, deren Enden ohne Zweifel einen kielförmig verjüngten Weichkörpersaum tragen. In die gleiche Kategorie dürfte auch *Saturnalis aureolatus* (Taf. LXXXIV, Fig. 581) zu stellen sein, dessen derber Außenring wohl als eine extrem entwickelte Kielbildung zu betrachten ist.

Endlich scheint mir auch die Anhäufung phäodellenartiger Inhaltskörper, wie sie sich bei manchen in größeren Tiefen erbeuteten Formen finden (vergl. Taf. LXXXIII, Fig. 574, 577; Taf. LXXXIV, Fig. 584), ein Hinweis darauf zu sein, daß die betreffenden Arten thatsächlich normalerweise in größeren Meerestiefen vorkommen. Erinnern doch derartige Vorkommnisse sehr an die Bilder, welche speciell die tiefenbewohnenden Challengeriden, Conchariden und andere Tripyleen zeigen!

Wie für die Tripyleen, so gilt selbstverständlich auch für unsere Mikroradiolarien der Satz, daß, mit Ausnahme vielleicht der Derbwandigkeit und des Weichkörperinhalts, die aufgezählten Charaktere nur ganz im allgemeinen und innerhalb gewisser Grenzen Attribute der Tiefenformen sind und daß nur bei einem Vergleich der zu einer engeren Gruppe gehörigen Formen die morphologischen Gegensätze zwischen Tiefen- und Oberflächenformen deutlich zu Tage treten. Speciell die Derbwandigkeit scheint mir allerdings, soweit ich meinem Material entnehmen kann, für die Tiefenformen ein Charakterzug κατ' ἐξοχήν zu sein, und zwar dürfte dies mit verschiedenen Faktoren zusammenhängen. Erstens besitzt nach den bei den Tripyleen gemachten Erfahrungen der Weichkörper der Tiefenformen ganz allgemein eine derbere Beschaffenheit als das Protoplasma und die Gallerte der Oberflächenbewohner, und darin dürfte, schon aus inneren konstitutionellen Gründen, eine mächtigere Entfaltung der Skelettsubstanzen begründet sein; zweitens fällt offenbar für die Tiefenformen wegen der bedeutenderen Dichtigkeit und Zähigkeit des Wassers das Bedürfnis einer weitgehenden Gewichts- und Materialersparnis fort, und es ist ihnen daher ermöglicht, sich im Interesse eines größeren Schutzes mit einem massiven Skelett zu versehen.

Sehr auffällig ist die Thatsache, daß bei den als Tiefenbewohner anzusehenden Sphärellarien und Cyrtellarien so häufig eine äußere Gitterschale (sekundäre Rindenschale) zur Entwickelung kommt. Bei nicht weniger als sechs der hier zu beschreibenden und mit Wahrscheinlichkeit als Tiefenformen anzusprechenden Arten aus sehr verschiedenen Gruppen trägt nämlich die derbe, primäre Rindenschale einen Besatz von Dornen, deren Spitzen miteinander durch tangentiale Verästelungen anastomosieren und so eine mehr oder weniger vollständige, äußere Umhüllung (sekundäre, äußere Rindenschale) bilden. Es sind dies: *Hexacromyum elegans* (Textfig. 75), *H. robustum* (Textfig. 77), *Ellipsoxiphium palliatum* (Taf. LXXXIV, Fig. 587),

Saturnalis aureolatus (Taf. LXXXIV, Fig. 581), *Hexalodus dendrophorus* (Taf. LXXXV, Fig. 593) und *Cinclopyramis gigantea* (Taf. LXXXV, Fig. 599).

Welche Bedeutung diesen Konvergenzbildungen zukommt, ist schwer zu sagen. Man wird vielleicht daran denken können, daß entsprechend der derberen, massigeren Beschaffenheit des Protoplasmas der tiefenbewohnenden Formen (vergl. S. 249) auch die Pseudopodien und der Pseudopodienmutterboden eine mächtigere Entwickelung zeigen und daß dem letzteren in Gestalt der sekundären Rindenschale ein stärkerer Halt geboten werden soll.

Systematik. Die in den Schließnetzfängen in offenbar lebendem Zustand erbeuteten Formen gehören, mit wenigen Ausnahmen, zwei größeren natürlichen Verbänden an.

Auf der einen Seite sind es Sphärellarien, und zwar „Sphäroideen" mit kugeliger oder leicht ellipsoidischer, derbwandiger Rindenschale und mit kräftigem Dornenbesatz. Bei einer dieser Formen, *Acanthosphaera* (Taf. LXXXIII, Fig. 574, 575), sind außer den langen, kräftigen Dornen keine stärkeren Radialstacheln differenziert, während bei den übrigen die letzteren in verschieden großer Zahl entwickelt sind. Ich bin geneigt, ähnlich wie bei den Castanelliden (S. 153), die Formen mit vollkommen gleichmäßiger Bedornung *(Acanthosphaera)* als die am wenigsten specialisierten, diejenigen mit einer größeren, zum Teil wechselnden Zahl von Radialstacheln (*Haliomma* u. s. w.) als abgeleitete und endlich diejenigen mit einer streng fixierten Zahl (12, 6, 2) als die am meisten differenzierten zu betrachten. Darnach würde die Entwickelung von *Acanthosphaera* (Taf. LXXXIII, Fig. 574) über *Haliomma* (Textfig. 74) zu den Cubo- (Taf. LXXXIII, Fig. 576) und Stylosphäriden (Taf. LXXXIV, Fig. 587) führen. Centralkapsel und Kern haben in der Regel eine kugelige Gestalt, nur in einem Fall, bei *Xiphatractus radiosus* (Textfig. 80), glaubte ich die bei zahlreichen oberflächenbewohnenden Astrosphäriden vorkommende viellappige Form der Centralkapsel feststellen zu können. Der mit phäodellenähnlichen Nahrungsballen angefüllte Weichkörper ist beim konservierten Material stets stark zusammengezogen und zeigt in der Regel eine befranste Oberfläche (Textfig. 80 u. a.).

Die zweite Hauptgruppe von Tiefenbewohnern wird gebildet durch eine Reihe von Cyrtellarien mit zwei- oder dreigliedriger derbwandiger Gitterschale und mit drei- oder vierlobiger Centralkapsel, welche mittelst einer zwischen dem obersten und folgenden Schalenglied (Cephalis und Thorax) befindlichen Siebplatte suspendiert ist und mit ihren Loben in den thorakalen Schalenabschnitt herabhängt. Je nachdem das obere Schalenglied, die Cephalis, durch eine deutliche sagittale Einschnürung in zwei Logen zerlegt wird (*Saccospyris* Taf. LXXXIV, Fig. 590) oder nur eine einfache Kammer darstellt (*Peromelissa*, Taf. LXXXIV, Fig. 591 u. a.), gehören die betreffenden Formen im künstlichen System zu den „Spyroideen" oder zu den „Cyrtoideen", und ebenso würden die letzteren, je nachdem die Cephalis deutlich gegen den Thorax abgegrenzt ist oder nicht, zu sehr verschiedenen Abteilungen des künstlichen Systems zu stellen sein. Doch treten bezüglich der feineren Skelettstrukturen ziemlich weitgehende Uebereinstimmungen hervor, insbesondere dürften die „Spyroidee" *Saccospyris antarctica* (Taf. LXXXIV, Fig. 590) und die „Cyrtoidee" *Peromelissa denticulata* (Taf. LXXXIV, Fig. 591) einander sehr nahestehen, wie die Beschaffenheit des Innenskelettes zeigt, und ebenso möchte ich die Beziehungen der Lamprocycladiden (Taf. LXXXV, Fig. 593—598) und der Plectopyramididen (Taf. LXXXIV, Fig. 592; Taf. LXXXV, Fig. 599) für sehr enge halten. Auch die starke Bedornung der apikalen Schalenabschnitte kehrt bei einer Reihe von Formen aus diesen verschiedenen

Gruppen wieder, so bei *Peromelissa* (Taf. LXXXIV, Fig. 591), *Hexalodus* (Taf. LXXXV, Fig. 593), *Cinclopyramis* (Taf. LXXXV, Fig. 599), und dasselbe gilt für den thorakalen, vielfach rudimentären Achsenstab. Man vergleiche *Saccospyris* (Taf. LXXXIV, Fig. 590), *Peromelissa* (Taf. LXXXIV, Fig. 591) und *Lamprocyclas* (Taf. LXXXV, Fig. 594). Spätere Untersuchungen werden zeigen, ob alle diese Gruppen, deren nähere Zusammengehörigkeit man zur Zeit mehr empfinden als beweisen kann, wirklich durch eine engere Verwandtschaft verbunden sind.

Während sich also die Mehrzahl der zu besprechenden Formen auf zwei Hauptgruppen verteilt, nehmen einige andere Arten eine mehr isolierte Stellung ein, nämlich die Sphärellarie *Heliodiscus asteriscoides* (Taf. LXXXIII, Fig. 580) und die Cyrtellarie *Triceraspyris antarctica* (Taf. LXXXIV, Fig. 586).

Bemerkenswert ist der Umstand, daß von der zweiten Hauptgruppe der Nassellarien, den Plectellarien, bisher keine Formen in größeren Tiefen gefunden wurden.

Nahezu alle in den Tiefen gefundenen Formen stimmen nun noch in einem Punkt überein, nämlich in Bezug auf ihr paläontologisches Alter. Man kann in der That zeigen, daß **fast sämtliche Formen entweder schon aus jurassischen, kretaceischen und tertiären Ablagerungen bekannt oder in letzteren durch sehr nahestehende Formen vertreten sind.**

Die folgende Tabelle bringt dieses Verhältnis in übersichtlicher Weise zum Ausdruck:

	Vermutliche Vertikalverbreitung und Beschaffenheit der Schale	Entsprechende fossile Formen[1])
a) Sphärellarien:		
Acanthosphaera hirsutissima n. sp. (Taf. LXXXIII, Fig. 574, 575)	Skoto- bis nyktoplanktonisch; sehr derbwandig	? Verschiedene *Cenosphaera*-Arten aus Jura, Kreide und aus dem Tertiär Siciliens
Hexacontium pachydermum JÖRGENSEN (Taf. LXXXIII, Fig. 576)	Knepho- bis skotoplanktonisch; derbwandig	Formen aus dem Tertiär Siciliens; von STÖHR zu *Haliomma* und *Actinomma* gestellt
Hexacromyum elegans HAECKEL und *robustum* n. sp. (Textfig. 75, 77)	Vermutlich tiefenbewohnend; sehr derbwandig	Entsprechende fossile Formen bisher nicht bekannt
Xiphostylus dendrocopus n. sp. (Textfig. 79)	Skoto- bis nyktoplanktonisch; sehr derbwandig	Eine *Xiphostylus*-Art aus dem Tertiär von Barbados bekannt
Ellipsoxiphium palliatum HAECKEL (Taf. LXXXIV, Fig. 587)	Skoto- bis nyktoplanktonisch; sehr derbwandig	Verwandte Formen ohne sekundäre Rindenschale (*Ellipsoxiphus* DUNIKOWSKI) sind aus dem alpinen Lias und dem Tertiär von Barbados bekannt
Stylatractus carduus (EHRENBERG) (Textfig. 80)	Skoto- bis nyktoplanktonisch; ziemlich derbwandig	Aus dem Tertiär von Barbados bekannt
Xiphatractus radiosus (EHRENBERG) (Taf. LXXXIV, Fig. 588)	Wahrscheinlich tiefenbewohnend; sehr derbwandig	Aus dem Tertiär von Barbados, ähnliche Formen aus dem *Aptychus*-Schiefer und anderen jurassischen (postliassischen) Ablagerungen bekannt
Saturnalis aureolatus n. sp. (Taf. LXXXIV, Fig. 581; Textfig. 82)	Nyktoplanktonisch?	*Saturnalis*-Arten sind aus dem Tertiär von Barbados und der Nikobaren bekannt (Rep., p. 132)
Heliodiscus asteriscoides n. sp. (Taf. LXXXIII, Fig. 578—580)	Knephoplanktonisch bis nyktoplanktonisch	*Heliodiscus*-Arten sind aus dem Tertiär von Barbados, Aegina und Sicilien, sowie aus dem jurassischen *Aptychus*-Schiefer bekannt

1) Es standen mir hauptsächlich die älteren Arbeiten von EHRENBERG, STÖHR und RÜST zur Verfügung.

	Vermutliche Vertikalverbreitung und Beschaffenheit der Schale	Entsprechende fossile Formen
b) Cyrtellarien:		
Triceraspyris antarctica n. sp. (Taf. LXXXIV, Fig. 586)	Nyktoplanktonisch?	Die nächsten Verwandten im Tertiär von Barbados
Saccospyris antarctica n. sp. (Taf. LXXXIV, Fig. 584, 590)	Nyktoplanktonisch?; sehr derbwandig	Nahe verwandte Formen im Tertiär von Barbados
Peromelissa denticulata (EHRENBERG) (Taf. LXXXIV, Fig. 582, 583, 591)	Knephoplanktonisch bis nyktoplanktonisch; sehr derbwandig	Nahe verwandte *Sethopora-* und *Peromelissa*-Arten aus dem Tertiär von Barbados bekannt
Craterocyclas robustissima n. g., n. sp. (Taf. LXXXV, Fig. 596)	Skotoplanktonisch; sehr derbwandig	Nächstverwandte Form: *Anthocyrtium Ehrenbergi* (STÖHR) aus dem Tertiär Siciliens
Lamprocyclas maritalis HAECKEL (Taf. LXXXV, Fig. 594, 595)	Vermutlich tiefenbewohnend; sehr derbwandig	Fossile *Lamprocyclas*-Arten sind nicht bekannt, doch kommen ganz ähnliche Formen aus der Gattung *Clathrocyclas* im Tertiär von Barbados vor
Lamprocyclas intermedia n. sp. (Taf. LXXXIV, Fig. 585)	Vorwiegend knephoplanktonisch; von mittlerer Schalendicke	
Lamprocyclas dentata n. sp. (Taf. LXXXV, Fig. 598)	? Knephoplanktonisch; derbwandig	
Hexalodus dendrophorus n. g., n. sp. (Taf. LXXXV, Fig. 593)	? Knephoplanktonisch; sehr derbwandig	Nahe verwandt: *Lithochytris tripodium* EHRENBERG aus dem Tertiär von Barbados
Plectopyramis polypleura (HAECKEL) (Taf. LXXXIV, Fig. 592)	? Skotoplanktonisch	Eine *Plectopyramis-* und mehrere ähnlich gebaute *Sethopyramis*-Arten sind aus dem Tertiär von Barbados bekannt (vergl. Rep., p. 1253 ff.)
Cinclopyramis gigantea n. sp. (Taf. LXXXV, Fig. 599)	? Tiefenbewohnend	Zwei *Cinclopyramis*-Arten sind aus dem Tertiär von Barbados bekannt (Rep., p. 1161)
Sethophormis sp. (Textfig. 92)	Vorkommen in den Tiefen zweifelhaft	Fossile Formen nicht bekannt
Eusyringium sp. (Textfig. 93)	? Tiefenbewohnend	Aehnliche Formen aus jurassischen Ablagerungen und aus dem Tertiär Siciliens bekannt

Die vorstehende Zusammenstellung läßt ohne weiteres erkennen, daß in der That nahezu sämtliche als Tiefenbewohner zu betrachtenden Formen bereits aus jurassischen oder tertiären Ablagerungen bekannt oder in diesen durch nahe verwandte Arten vertreten sind.

Umgekehrt läßt sich auch zeigen, daß z. B. die Larcoideen, Plectoideen und Stephoideen, welche in den geologischen Ablagerungen nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen (vergl. HAECKEL, Mon., 1887, S. 146), auch in den größeren Meerestiefen nicht auftreten.

Wie weit die Uebereinstimmung geht, welche zwischen der tertiären und der tiefenbewohnenden Radiolarienfauna besteht, ergiebt sich ohne weiteres, wenn man z. B. in der Abhandlung von STÖHR (1880) die in der Tripeln (Mergeln) von Grotte gefundenen tertiären Formen betrachtet. So zeigt die Taf. I der STÖHR'schen Arbeit eine Reihe von *Cenosphaera-*, *Haliomma-*, und *Heliodiscus*-Arten, welche zum Teil mit den hier beschriebenen *Acanthosphaera-*, *Hexacontium-* und *Heliodiscus*-Arten eine große Aehnlichkeit haben. Auf Taf. II begegnet uns, abgesehen von den aus der Tiefenfauna nicht bekannten *Ommatocampe*-Arten, eine Reihe von Astrosphäriden, welche den auf S. 436 beschriebenen Formen sehr nahestehen. Taf. III bringt unter anderem Formen, welche in die Nähe von *Triceraspyris*, *Lamprocyclas* und vielleicht auch *Saccospyris* zu stellen sind, und Taf. IV mehrere Lithocampiden und eine der neuen Lamprocycladiden-Gattung *Hexalodus* ähnliche Form (Taf. IV, Fig. 14). Die Taf. V und VI enthalten allerdings einige Discoideen, welche trotz ihrer Größe bisher noch nicht in beträchtlicheren Tiefen gefunden wurden, aber im ganzen

wird man sich doch nicht des Eindruckes erwehren können, daß das Faunenbild der Tripel dem der größeren Meerestiefen in weitgehendem Maße entspricht.

Nach dem Vorstehenden läßt sich also zunächst für die tiefenbewohnenden Sphärellarien und Cyrtellarien der weitere Satz aufstellen, daß diese Formen großenteils in die Kategorie der Dauertypen gehören. Es würde nun aber freilich verfehlt sein, wenn man aus der allgemeinen Uebereinstimmung, welche die Tiefenbewohner mit den jurassischen und tertiären Formen zeigen, nun auch die Annahme ableiten wollte, daß sich die tiefenbewohnenden Formen in Bezug auf ihr Alter von den Oberflächenbewohnern unterscheiden, daß sich also unter ihnen verhältnismäßig mehr Dauertypen befinden, als unter letzteren. Eine solche Folgerung wäre deshalb unrichtig, weil offenbar das seltene Vorkommen oder das Fehlen der Oberflächenformen in den älteren Sedimenten an und für sich noch kein Beweis dafür ist, daß derartige Formen in der Jura-, Kreide- und Tertiärzeit gar nicht oder in geringerer Zahl existiert haben. Vielmehr könnte es darauf beruhen, daß das zarte Skelett der Oberflächenbewohner weniger resistent ist, als die derben Gehäuse der Tiefenbewohner. Es ist also sehr wohl möglich, daß auch die recenten Plectellarien und andere bisher nur aus den Oberflächenschichten bekannte Formen mehr oder weniger Dauertypen sind, ja diese Annahme ist sogar sehr wahrscheinlich, weil sich unter den recenten Oberflächen-Radiolarien thatsächlich verschiedene, anscheinend primitive Formen befinden, und ferner, weil wohl in den meisten Tiergruppen die oberflächlichen Formen im ganzen als die weniger specialisierten, d. h. älteren Typen erscheinen.

Es scheint mir demnach die geologische Bedeutung der hier mitgeteilten Ergebnisse der Tiefsee-Expedition weniger darin zu liegen, daß wir nun auch aus der Gruppe der Radiolarien zahlreiche tiefenlebende Dauertypen kennen, sondern darin, daß nunmehr eine Unterscheidung zwischen oberflächen- und tiefenbewohnenden Mikroradiolarien erstmals angebahnt ist und daß der Charakter der einzelnen Form schon aus der Beschaffenheit des Skelettes gefolgert werden kann. Weitere Untersuchungen werden wohl dazu führen, in Bezug auf diese Unterscheidung eine größere Sicherheit zu gewinnen und, falls die Unterschiede im Skelett nicht bloß durch die Tiefen-, sondern auch, was wahrscheinlich ist, durch Temperaturverhältnisse bedingt sind, aus der Zusammensetzung der Radiolarienfauna eines beliebigen Sedimentes Schlüsse auf den Charakter des betreffenden Meeres zu ziehen.

Ordnung. Spumellaria.

Unterordnung. Sphaerellaria.

Familie. Astrosphaeridae.

Sphäroideen, d. h. sphärisch gebaute Formen mit zahlreichen Radialstacheln.

Gattung. *Acanthosphaera* EHRENBERG.

Mit einer einzigen Gitterschale und mit gleichförmigen unverzweigten Radialstacheln.

Acanthosphaera hirsutissima n. sp.

Taf. LXXXIII, Fig. 574, 575.

Schale dickwandig (0,008—0,012 mm dick). Poren rundlich, von wechselnder Größe, im ganzen 1—1 1/2 mal so breit wie die Balkenbreite, von polygonalen Rahmen umgeben. Radialstacheln gleichmäßig borstenförmig, von 1/2 bis 2/3 Radiuslänge, auf sämtlichen Knotenpunkten, zum Teil auch zwischen denselben sich erhebend.

Schalendurchmesser: 0,125—0,14 mm.

Fundorte: T.-St. 16 (Golfstrom, S. 1850—1550, ●, Fig. 574), 48 (Südäquatorialstrom, S. 2700—2900, ⊙ ○), 66 (Golf von Guinea, S. 700—600, ●, Fig. 575).

Diese in verschiedenen Abstufungen der Schalengröße und Schalendicke auftretende Form stimmt einigermaßen mit *Acanthosphaera antarctica* Haeckel (Rep., p. 214) überein, welche in Chall.-St. 157 (Antarktis) in einer Tiefe von 1950 Faden gefischt wurde. Nur fehlen letzterer Form die Porenrahmen, welche bei den mir vorliegenden Exemplaren sehr ausgeprägt hervortreten.

Vermutlich sind hierher auch einige der von früheren Forschern zur Familie der Liosphäriden (sphärische Sphärellarien ohne Radialstacheln) und zwar zur Gattung *Cenosphaera* gerechneten Formen zu stellen, so vielleicht *C. elysia* Haeckel (Rep., p. 64, Taf. XII, Fig. 8a) aus dem centralen Pacifik, *C. aspera* Stöhr (Palaeontogr., Bd. XXVI, 1880, S. 85, Taf. I, Fig. 2) aus den tertiären Ablagerungen Siciliens u. a. Da ich nämlich in sehr vielen Fällen leere Castanellidenschalen gefunden habe, deren Radialstacheln durch Reibung und Rollung vollkommen abrasiert waren, möchte ich es für sehr wahrscheinlich halten, daß mindestens viele mit Gitterschalen versehene Radiolarien, deren Oberfläche nach Angabe der Autoren glatt, rauh oder von sehr kurzen Dornen besetzt ist, im natürlichen Zustand mit einem dichten Mantel von längeren Borsten nach Art von *Acanthosphaera antarctica* versehen sind, und daß speciell die wegen vollständiger Abwesenheit von Radialstacheln zu den Liosphäriden gestellten Cenosphären großenteils bei den Astrosphäriden und speciell bei den Acanthosphären unterzubringen sind. Mit Rücksicht auf die Auffindung tiefenbewohnender Acanthosphären ist es nun von Interesse, festzustellen, daß die Cenosphären zu den ältesten bisher bekannten Radiolarien gehören, wie die Befunde aus jurassischen Koprolithen (Rüst, 1885), aus den oberen Jurakalken (Waagen, 1876) und aus der Kreide (Zittel, 1876) beweisen.

Weitere Astrosphäriden.

Auch sonst wurden in verschiedenen Schließnetzfängen Astrosphäriden mit wohlerhaltenem Weichkörper angetroffen, deren genauere Stellung aber nicht zu ermitteln war, teils weil die äußeren Radialstacheln abgebrochen, teils weil die Markschalen durch den Weichkörper verdeckt waren. Unter anderem sei hier noch auf eine in T.-St. 229 (nördlicher Indik, S. 800 bis 600) gefundene Form mit zweifellos wohlerhaltenem Weichkörper hingewiesen, welche vielleicht in die Gattung *Haliomma* (Astrosphäriden mit einer Mark- und einer Rindenschale, sowie mit gleichartigen, einfachen Radialstacheln) und zwar in die Untergattung *Haliommura* (Poren der Rinden-

schale von unregelmäßiger Größe, Radialstacheln nur auf einem Teil der Knotenpunkte) gehört (Textfig. 74). Der Durchmesser der äußeren Schale beträgt 0,31, ihre Dicke 0,01 mm.

Den Uebergang zu den Cubosphäriden vermitteln einige in T.-St. 66 (Golf von Guinea, S. 700—600 und 500—350) gefischte Formen, welche in ihrem ganzen Habitus an das im folgenden zu beschreibende *Hexacontium pachydermum* erinnern, aber 12 oder 20 Radialstacheln besitzen. Genaueres über den Bau des Skelettes, insbesondere über die Zahl der Gitterschalen konnte nicht ermittelt werden, da die Markschalen durch den Weichkörper verdeckt waren. Es möge daher die Feststellung genügen, daß sich in den größeren Tiefen außer der *Acanthosphaera hirsutissima* noch verschiedene derbwandige, kurz- und derbstachelige Astrosphäriden vorfinden.

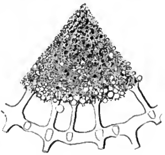


Fig. 74. *Haliomma* sp.

Familie. Cubosphaeridae.

Sphäroideen mit 6 Radialstacheln.

Gattung. *Hexacontium* HAECKEL.

Mit 3 Gitterschalen und 6 einfachen, gleich großen Radialstacheln.

Hexacontium pachydermum JÖRGENSEN.

Taf. LXXXIII, Fig. 576a, 576b.

Hexacontium pachydermum, JÖRGENSEN, 1899, Taf. II, Fig. 14; 1905, S. 115, Taf. VIII, Fig. 31.
Hexacontium pachydermum, V. HAECKER, 1907c, S. 119, Fig. 2.

Mit dem von JÖRGENSEN beschriebenen *Hexacontium pachydermum* stimmt eine Form überein, welche im Indischen Ocean wiederholt mit gut erhaltenem Weichkörper aufgefunden wurde. Insbesondere scheint für sie die Dicke der äußeren Gitterschale und die variable Länge der Radialstacheln charakteristisch zu sein. Ob freilich alle Exemplare 2 Markschalen besitzen, konnte wegen des Weichkörpers nicht ausgemacht werden. Der Durchmesser der äußeren Gitterschale beträgt bei meinen Exemplaren 0,11—0,14 mm.

Auch die HAECKEL'schen Formen *Hexacontium favosum* mit sehr kurzen, kräftigen, dreiseitig-pyramidalen Radialstacheln (Rep., p. 194, Taf. XXIV, Fig. 2, 2a), *H. hexaconicum* mit konischen Radialstacheln von Radiuslänge (Rep., p. 196) und *H. asteracanthion* mit variabeln Radialstacheln (Mon. d. Rad., 1862, S. 441, Taf. XXIII, Fig. 5, 6) dürften in nächster Nähe stehen.

Endlich ist zu bemerken, daß auch aus dem Tertiär Siciliens Skelette bekannt sind, welche, abgesehen von dem wahrscheinlich abgebrochenen oder korrodierten Borstenbesatz, eine sehr weitgehende Uebereinstimmung mit den indischen Tiefenformen zeigen (STÖHR, Palaeontogr.,

Bd. XXVI, 1880, Taf. I, Fig. 8; Taf. II, Fig. 4, 7). Die tertiären Formen werden von STÖHR, je nachdem eine oder zwei Markschalen gefunden wurden, zu *Haliomma* oder zu *Actinomma* gestellt.

Recente Fundorte: Westküste von Norwegen, 300 m und tiefer (*H. pachydermum*, JÖRGENSEN); centraler Pacifik, Ch.-St. 265, 2900 Faden (*H. favosum*, HAECKEL); Antarktis, Ch.-St. 157 (*H. hexaconcium*, HAECKEL); Mittelmeer, Atlantik, Pacifik, Oberfläche (*H. asteracanthion*, HAECKEL).

T.-St. 221 (nördlicher Indik, S. 180—195, ●), 228 (nördlicher Indik, S. 420—350, 350—250, ● ●), 229 (nördlicher Indik, S. 600—400).

Verbreitung. Speciell *H. pachydermum* scheint eine in warmen und in kühleren Meeresgebieten weitverbreitete, vorwiegend knephoplanktonische Form zu sein.

Hexacontium sp.?

Taf. LXXXIII, Fig. 577.

In die Gattung *Hexacontium* oder, da nicht mit vollkommener Sicherheit die Zahl der Markschalen ausgemacht werden konnte, vielleicht auch in die Gattung *Hexalonche* gehört ferner eine in T.-St. 175 (südlicher Indik, S. 500—400, ●) gefischte Form mit einem Rindenschalendurchmesser von 0,145 mm und mit 6 dreikantigen (?dreiflügeligen), 0,125 mm langen Radialstacheln. Bemerkenswert ist bei dieser Form die bügelförmige, im Zwischenraum zwischen Rindenschale und äußerer Markschale gelegene Centralkapsel, welche sich mit ihrer Innenfläche an die äußere Markschale anlegt und mit ihrem mittleren, nach außen gerichteten Teile um einen Radialbalken herum geschmiegt ist. Sie erinnert demgemäß außerordentlich an die bohnenförmigen Centralkapseln der Tuscaroren (s. S. 201), sowie an die unten zu beschreibende Centralkapsel von *Heliodiscus* (Taf. LXXXIII, Fig. 578). Der Hauptteil der Centralkapsel ist durch einen Strang mit einem kugeligen Körper verbunden, welcher ganz die Färbbarkeit der Centralkapsel zeigt und vielleicht als eine abgetrennte Partie der letzteren betrachtet werden darf. Bemerkenswert ist die große Menge der Nahrungskörper und die bedeutende Größe einzelner Phäodellen.

Gattung. *Hexacromyum* HAECKEL.

HAECKEL, Rep., p. 201.

Cubosphäriden mit vier konzentrischen Gitterschalen (2 Mark- und 2 Rindenschalen).

Die in der Gattung *Hexacromyum* von HAECKEL zusammengefaßten Arten lassen sich in zwei Gruppen teilen, je nachdem die beiden äußeren Gitterschalen im wesentlichen gleiche oder, wie bei *H. elegans*, verschiedene Struktur zeigen. In letzterem Falle ist die „primäre" Rindenschale (die dritte Schale von innen nach außen gerechnet) derbwandig mit hexagonalen Porenrahmen, während die äußere, sekundäre Rindenschale (die vierte) sich als ein feines Netzwerk darstellt, welches die Spitzen der auf der dritten Schale stehenden Nebenstacheln miteinander vereinigt und so gegenüber den übrigen Gitterschalen als eine mehr accessorische Bildung erscheint. In diese zweite Gruppe gehören die beiden folgenden, in tiefgehenden Schließnetzzügen erbeuteten Formen. Da die Skelette leer waren, so kann allerdings nur aus der bedeutenden

Derbheit derselben die Vermutung abgeleitet werden, daß es sich wirklich um tiefenbewohnende Formen handelte.

Hexacromyum elegans Haeckel.

Textfig. 75, 76.

Hexacromyum elegans Haeckel, Rep., p. 201, Taf. XXIV, Fig. 9.

Das mir vorliegende, aus T.-St. 228 (nördlicher Indik, S. 420—350) stammende Skelett stimmt in den Größenmaßen (Durchmesser der 4 Gitterschalen 0,18, 0,15, 0,05, 0,015) sehr gut mit dem centralpacifischen, angeblich von der Oberfläche stammenden *H. elegans* überein.

Hexacromyum robustum n. sp.

Textfig. 77, 78.

Der vorigen Form nahestehend ist ein in T.-St. 48 (Südäquatorialstrom, S. 2700—2000, ○) gefundenes leeres Skelett, welches sich aber durch die größere Derbheit der primären Rindenschale, sowie durch die größere Zahl und die Anordnung der die sekundäre (äußere) Rinden-

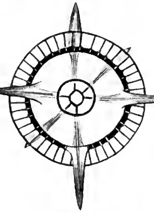


Fig. 75. *Hexacromyum elegans* Haeckel.



Fig. 76. *Hexacromyum elegans* Haeckel. Oberflächenansicht.



Fig. 78. *Hexacromyum robustum* n. sp. Oberflächenansicht.

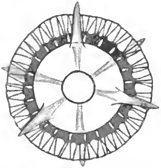


Fig. 77. *Hexacromyum robustum* n. sp.

schale tragenden Nebendornen unterscheidet. In den einzelnen Knotenpunkten der inneren Gitterschale finden sich nämlich meist 2 oder 3 unter spitzem Winkel divergierende Nebendornen, und außerdem sind auch die Balken selber mit einzelnen oder paarweise angeordneten Nebendornen besetzt (Fig. 78). Ein weiterer Unterschied von *H. elegans* besteht darin, daß bei meinem Exemplar nur e i n e Markschale vorhanden ist, so daß man es, dem künstlichem System zufolge, nicht mit einem *Hexacromyum*, sondern mit einer neuen Gattung zu thun haben würde.

Bei der Derbheit des ganzen Skelettes, insbesondere der inneren Rindenschale und der Radialstacheln, ist anzunehmen, daß es sich um eine t i e f e n b e w o h n e n d e Form handelt.

Der D u r c h m e s s e r der deutlich erkennbaren Schalen beträgt: 0,22, 0,165 und 0,05 mm.

Familie Stylosphaeridae sensu lat.

Sphärellarien mit einfacher oder mehrfacher, kugeliger oder ellipsoidischer Gitterschale, und mit zwei an entgegengesetzten Polen gelegenen Radialstacheln.

Die HAECKEL'sche Familie der Stylosphäriden sens. strict. umfaßt alle zweistacheligen Formen mit sphärischer Centralkapsel und mit sphärischen Gitterschalen, also zweistachelige „Sphäroideen". Dagegen werden im HAECKEL'schen System alle zweistacheligen Formen mit ellipsoidischer Centralkapsel und mit ellipsoidischen Gitterschalen als „Prunoideen" davon abgetrennt und in den zwei Familien der Ellipsiden (mit einfacher Gitterschale) und Druppuliden (mit 2 oder mehr Gitterschalen) untergebracht. Indessen zeigt ein Blick auf die Tafeln des Challengerwerkes (Taf. XIII—XVII, XXXIX), daß diese Verteilung der zweistacheligen Formen auf zwei Unterordnungen und drei Familien eine künstliche Trennung von eng zusammengehörenden Formen bedeutet, da das zur Unterscheidung benutzte Merkmal, die allgemeine Form von Centralkapsel und Gitterschalen, offenbar keine wichtige systematische Bedeutung besitzt. Lehren doch zahlreiche andere Radiolariengruppen, so z. B. unter den Tripyleen die Castanelliden (Taf. XXXIV), daß Abweichungen von der Kugelform, insbesondere Uebergänge zur ellipsoidischen und Birnenform, sehr häufig den Charakter von rein individuellen Abänderungen haben, und auch bei den im „Valdivia"-Material gefundenen zweistacheligen Sphärellarien zeigen die verschiedenen, im gleichen Schließnetzfang erbeuteten Individuen vielfach Uebergänge von der sphärischen zur ellipsoidischen Schalenform.

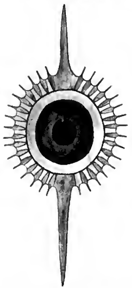


Fig. 79. *Xiphostylus dendrocopus* n. sp.

Man wird demnach zweifellos berechtigt sein, die meisten zu den drei genannten Familien gestellten Formen in einer und derselben natürlichen Gruppe, in der Familie Stylosphaeridae sensu lat., zu vereinigen. Eine Ausnahme hiervon dürfte wohl nur die Ellipsidengattung *Pipettella* und die Druppulidengattungen *Pipetta* und *Pipettaria* bilden, deren Polstacheln hohle, gefensterte Röhren sind, die als ausgezogene Teile der Gitterschale erscheinen und so einen durchaus anderen Charakter haben, als die massiven, meist kantigen Radialstacheln der übrigen Formen.

In den Schließnetzfängen der „Valdivia" wurden folgende Stylosphäriden mit Inhalt gefunden:

a) Formen ohne Markschalen.

Xiphostylus dendrocopus n. sp.

Textfig. 79.

Mit sphärischer, sehr derbwandiger Rindenschale, mit regelmäßigen, rundlichen Poren, welche ungefähr so breit wie die Balken sind und von leicht erhabenen, hexagonalen Rahmen umgeben sind. In den Knotenpunkten erhebt sich je ein

dünner Nebendorn. Polstacheln von ungleicher Länge, kegelförmig. Anscheinend keine Markschale.

Durchmesser der Rindenschale 0,14—0,15, Dicke 0,015 mm. Länge der Stacheln 0,1—0,15 mm.

Fundorte: T.-St. 221 (nördlicher Indik, S. 1600—1000, ●), 227 (nördlicher Indik, S. 600—400, ●).

Diese Form nähert sich in den allgemeinen Dimensionen am meisten dem *Xiphostylus picus* HAECKEL (Rep., p. 129, Taf. XIV, Fig. 13), nur daß bei letzterem der kleinere Polstachel von einer Gruppe von kurzen konischen Nebenstacheln umgeben ist und daß ihm scheinbar die dünnen Nebendornen fehlen, was aber möglicherweise mit dem Erhaltungszustand zusammenhängt. Eine nur halb so große *Xiphostylus*-Art, *X. anhinga* HAECKEL, mit glatter oder etwas rauher Oberfläche (Dornen abgebrochen?) und gekrümmten Radialstacheln (Abnormität?), ist aus den Tertiär von Barbados bekannt.

Ellipsoxiphium palliatum HAECKEL

Taf. LXXXIV, Fig. 587.

Ellipsoxiphium palliatum HAECKEL, Rep., p. 296, Taf. XIV, Fig. 7.

Mit ellipsoidischer, sehr derbwandiger Rindenschale, ohne Markschalen, mit verschieden langen Polarstacheln und mit Nebendornen, deren Spitzen durch eine dünne, zartmaschige sekundäre Rindenschale verbunden sind.

Durchmesser der derben Rindenschale 0,16, Länge der Apicalstacheln 0,07—0,12 mm.

Fundorte: T.-St. 27 (canarische Strömung, S. 2250—1950, ●), 42 (Golf von Guinea, S. 700—600, ●), 227 (nördlicher Indik, S. 600—400, ●).

Die beschriebene Form stimmt am besten mit dem pacifischen *Ellipsoxiphium palliatum* HAECKEL überein. Aehnliche Formen ohne sekundäre Rindenschale (*Ellipsoxiphus* DUNIKOWSKI) sind aus dem Tertiär von Barbados und dem alpinen Lias bekannt (vergl. Rep., p. 296 f.)

b) Formen mit Markschalen.

Stylatractus carduus (EHRENBERG).

Textfig. 80.

Stylosphaera carduus EHRENBERG, 1875, Taf. XXV, Fig. 7.
Stylatractus carduus HAECKEL, Rep., p. 330.

Mit sphärischer bis ellipsoidischer, ziemlich dickwandiger Rindenschale, mit meist zwei Markschalen, mit ungleichen Polarstacheln, sehr verschiedenartigen Poren und höckerigen Knotenpunkten.

Durchmesser der Gitterschale 0,12—0,15, Länge des längeren Apicalstachels 0,03—0,08, des kürzeren 0,02—0,04 mm.

Fundorte: T.-St. 16 (Golfstrom, S. 1850—1550, ●), 42 (Guineastrom, S. 550—250, ●), 66 (Golfstrom, S. 700—600, ●), 218 (nördlicher Indik, S. 2040—1800, ●), 227 (nördlicher Indik, S. 600—400, ● ●), 268 (nördlicher Indik, S. 4800—4200, ●).

Die vorliegende, offenbar ausgesprochen skoto- bis nyktoplanktonische Form stimmt am besten mit *Stylatractus carduus* Haeckel (*Stylosphaera carduus* Ehrenberg, 1875, Taf. XXV, Fig. 7) aus dem Tertiär von Barbados überein.

Bei einem Exemplar (T.-St. 66) war neben dem kürzeren Apicalstachel ein kürzerer Nebenstachel vorhanden. Bei dem in Textfig. 80 gezeichneten Exemplar war, soviel ich sehen konnte, die Centralkapsel mit keilförmigen Fortsätzen durch die Poren der inneren Markschale durchgedrungen, ähnlich wie dies bei der Centralkapsel vieler Astrophäriden (*Cladococcus*, *Drymosphaera* u. a.) der Fall ist.

Xiphatractus radiosus (Ehrenberg).

Taf. LXXXIV, Fig. 588; Textfig. 81.

Stylosphaera radiosa Ehrenberg, 1875, S. 84, Taf. XXIV, Fig. 5.
Xiphatractus radiosus Haeckel, Rep., p. 334.

Mit sphärischer bis spindelförmiger, sehr derbwandiger Rindenschale, mit 2 konzentrischen Markschalen, mit meist ungleich großen Polarstacheln und ungleichen Poren, welche nicht selten infolge teilweiser Verschmelzung Rosetten bilden und so an die Schalenstruktur von *Amphisphaera pluto* Haeckel (Rep., p. 144, Taf. XVII, Fig. 7 u. 8) erinnern.

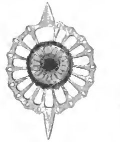


Fig. 80.

Fig 80. *Stylatractus carduus* (Ehrenberg).

Fig. 81. *Xiphatractus radiosus* (Ehrenberg). Zahl und Anordnung der die concentrischen Schalen verbindenden Radialbalken konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

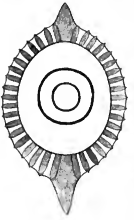


Fig 81.

Längster Schalendurchmesser 0,13—0,19 mm, Länge des längeren Apicalstachels 0,03—0,12, des kürzeren 0,02—0,05 mm.

Fundort: T.-St. 237 (nördlicher Indik, S. 4950—4000, ◯ ◯ ◯). Der Schaleninhalt zeigte bei dieser Form nicht, wie bei den vorhin genannten, eine deutliche Differenzierung in Kern, Centralkapsel und Phäodellenmantel, sondern besteht wahrscheinlich ausschließlich aus feinkörnigem Schlamm, wie denn auch im Tagebuch der „Valdivia" von T.-St. 237 angegeben ist, daß sich daselbst zahlreiche, mit feinem Schlamm gefüllte Radiolarienskelette vorfanden. Es ist daher fraglich, ob es sich bei dieser Form um eine Tiefenbewohnerin handelt. Immerhin liegt diese Annahme, im Hinblick auf die Derbwandigkeit der Rindenschale und auf das Fehlen dieser Form in den oberen Schichten des Indik sehr nahe.

Die vorliegende, sehr variable Form erinnert am meisten an *Xiphatractus radiosus* Haeckel (*Stylosphaera radiosa* Ehrenberg) aus dem Tertiär von Barbados. Aehnliche Formen wurden

von RÜST (Palaeontogr., Bd. XXXI, 1885, Taf. III, Fig. 15) auch im *Aptychus*-Schiefer und in anderen jurassischen (postliasischen) Ablagerungen als häufige Vorkommnisse aufgefunden.

Weitere Stylosphäriden.

Von anderen Stylosphäriden wurden im nördlichen Indik (T.-St. 237, S. 4950—4600, ●◌, und 268, S. 4800—4200, ● ●) wiederholt auch solche Formen gefunden, bei denen die Enden der Polarstacheln durch einen derben elliptischen Ring verbunden sind (Taf. LXXXIV, Fig. 581; Textfig. 82). Die Zahl der Markschalen ließ sich nicht bestimmen, da dieselben in der Centralkapsel eingeschlossen sind, und es war daher bei diesen mit wohlerhaltener Centralkapsel ausgestatteten Exemplaren nicht festzustellen, ob sie zur Gattung *Saturnalis* (ohne Markschale), *Saturnulus* (mit einer Markschale) oder *Saturninus* (mit 2 Markschalen) gehören. Ein in Station 237 (S. 4800—4200) gefundenes leeres Skelett (Textfig. 82), welches im ganzen Habitus mit den in größeren Tiefen gefundenen Formen (Taf. LXXXIV, Fig. 581) übereinstimmte, wies außerhalb der Rindenschale eine sehr zarte äußere Gitterschale auf, von ähnlicher Art, wie sie sich bei *Ellipsoxiphium palliatum* findet. Es möge diese Form als *Saturnalis aureolatus* bezeichnet werden[1].

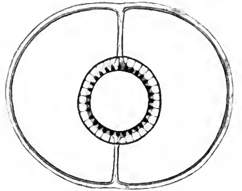


Fig. 82. *Saturnalis aureolatus* n. sp.

Im Anschluß an die Besprechung der Cubosphäriden und Stylosphäriden möge endlich noch darauf hingewiesen werden, daß *Spongosphaera tritestacea*, eines der ältesten bisher bekannten, aus dem silurischen Kieselschiefer stammenden Radiolarien, nach ROTHPLETZ (Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., Bd. XXXII, 1880, p. 449, Taf. XXI, Fig. 9, 10, 13, 14) eine äußere, zarte, anscheinend schwammige Rindenschale und 2 derbere, gegitterte Innenschalen besaß. Ich möchte es nicht für ausgeschlossen halten, daß die „Rindenschale" dieser silurischen Form der zarten äußeren Gitterschale von *Ellipsoxiphium palliatum* (Taf. LXXXIV, Fig. 587), *Saturnalis aureolatus* (Fig. 581) und *Hexacromyum* (Textfig. 75, 77) entspricht und daß also *Spongosphaera tritestacea* in die Nähe einer dieser Formen zu stellen ist. Die Uebereinstimmung, welche die Struktur von *Spongosphaera tritestacea* mit den von HAECKEL (1862, Taf. XII, Fig. 11—13, und Taf. XXVI, Fig. 1—3) abgebildeten *Spongosphaera*-Arten zeigt, ist ja ohnedies nur eine sehr oberflächliche, so daß die von ROTHPLETZ vorgenommene Einreihung der silurischen Form in die EHRENBERG'sche Gattung *Spongosphaera* nicht ohne weiteres einleuchtend ist. Die beträchtliche Größe (0,5 mm) aber, welche die silurische Form gegenüber *Hexacromyum* und ähnlichen recenten Formen aufweist, würde insofern nicht einer Zusammenstellung mit diesen letzteren im Wege stehen, als nach

1) In der vorläufigen Mitteilung hatte ich die Form *Saturnulus aureolatus* genannt, da ich bei einem Exemplar (1907 c, Fig. 6) eine sehr zarte Markschale gesehen hatte. Das betreffende Exemplar habe ich aber später nicht wieder auffinden können.

Rüst die älteren Radiolarien überhaupt im ganzen massiger und auch etwas größer als die tertiären und recenten zu sein scheinen.

Familie: Phacodiscidae.

Discoideen (d. h. Sphärellarien mit linsen- oder scheibenförmiger Schale) mit einfacher, linsenförmiger, gegitterter Rindenschale und mit einfacher oder doppelter Markschale.

Von dieser Familie wurden zahlreiche Individuen von verschiedenen *Heliodiscus*-Arten in fast allen Tiefen gefunden. Unter anderem lieferten verschiedene Stufenfänge der indischen Stationen 221—237 von 130 m abwärts bis 4600 m gefüllte und leere Gehäuse einer Form, welche sich hauptsächlich durch die geringere Zahl von Radialstacheln (9—12) und durch die haubenförmige Markschale von dem kosmopolitischen *H. asteriscus* Haeckel (Rep., p. 445, Taf. XXXIII, Fig. 8) unterscheidet und als *H. asteriscoides* bezeichnet werden mag.

Heliodiscus asteriscoides n. sp.

Taf. LXXXIII, Fig. 578—580.

Rindenschale scheibenförmig, mit rundlichen, bald gleichmäßigen, bald ungleichmäßigen Poren, am Rande mit 9—12 derben, vielfach paarweise angeordneten Hauptstacheln besetzt, welche etwas kürzer als der Schalenradius sind und deren Basis etwa zweimal so breit als die Porenweite ist. Außerdem sind die Knotenpunkte der Gitterschale, namentlich gegen den Rand der Scheibe zu, mit fadenförmigen Nebendornen besetzt, welche vielfach länger als der Schalenradius sind.

Die von einer größeren Anzahl sehr dünner Radialbalken getragene Markschale ist haubenförmig, ihre weite Pylomöffnung ist schräg gegen eine der Scheibenflächen gerichtet (vergl. Fig. 580).

Durchmesser der Schale: 0,14—0,17, Länge der Hauptstacheln 0,05—0,08 mm.

Weichkörper: Bei einem in T.-St. 88 (S. 3600—3000) gefundenen Exemplar (Fig. 578) war die wurst- oder bügelförmige Centralkapsel der Außenfläche der Markschale angelagert. Sie erinnerte sehr an die Centralkapseln der Tuscaroren, bezw. an diejenigen von *Hexacontium* (Taf. LXXXIII, Fig. 577), nur daß sie durch eine tief einspringende Längsfalte scheinbar in zwei dicht nebeneinander liegende Wülste geteilt war. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem in T.-St. 229 (S. 1000—800) gefundenen Exemplar.

Fundorte: T.-St. 88 (Benguelastrom, S. 3600—3000, ●, s. oben), 128 (Westwindtrift, S. 220—140, ●, Rindenschale vollkommen mit Weichkörper gefüllt, Calymma erhalten, bis an die Stachelspitzen reichend), 221 (nördlicher Indik, S. 180—145, ○), 227 (nördlicher Indik, S. 1000—800, ○ ○), 229 (nördlicher Indik, S. 1000—800, ○ ●, s. oben; S. 600—400, ○), 236 (nördlicher Indik, S. 180—130, ○), 237 (nördlicher Indik, S. 4600—4450, ○ ○ ○, großenteils mit feinem Schlamm gefüllt).

Verbreitung. Nach den Befunden in T.-St. 88 und 229 ist für *Heliodiscus asteriscoides* mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß er wenigstens in gewissen Entwickelungsstufen normalerweise in größeren Meerestiefen vorkommt. *Heliodiscus*-Arten mit allerdings viel zahl-

reicheren Radialstacheln sind aus dem Tertiär von Barbados, Aegina und Sicilien, Reste von solchen aus dem jurassischen *Aptychus*-Schiefer (Rüst, 1885, S. 293 bekannt.

Ordnung. Nassellaria.

Von den beiden Ordnungen der Nassellarien scheinen nur die Cyrtellarien (Nassellarien mit vollständiger Gitterschale) ein Kontingent zu der Tiefenfauna zu stellen. Von Plectellarien (d. h. Nassellarien ohne vollständige Gitterschale) fanden sich allerdings im Schließnetzfang 4950—4600 der Tiefseestation 237 (nördlicher Indik) einige Skelette einer *Toxarium*-Art mit Inhalt vor. Aber der Inhalt besteht, wie bei zahlreichen anderen in diesem Schließnetzzug erbeuteten Radiolarienskeletten (vergl. oben *Xiphatractus radiosus*), wahrscheinlich nur aus feinem Schlamm, wie dies auch im Tagebuch angegeben ist.

Unterordnung. Cyrtellaria.

Ebenso sicher wie verschiedene Sphärellarien, dürften auch mehrere Cyrtellarien als regelmäßige Bewohner der größeren Meerestiefen anzusehen sein, und zwar fand ich in den Schließnetzzügen der „Valdivia" zwei Gruppen (bei Haeckel: Ordnungen) vertreten, nämlich die „Spyroideen", d. h. Cyrtellarien mit bilokulärer Cephalis und mit sagittaler Einschnürung, und die „Cyrtoideen", d. h. Cyrtellarien mit einfacher Cephalis und ohne Einschnürung. Unter „Cephalis" wird dabei die eiförmige oder subsphärische Gitterschale verstanden, welche die Centralkapsel umschließt.

a) „Spyroidea".

Cyrtellarien mit bilokulärer Cephalis und mit sagittaler Einschnürung.

Familie. Zygospyridae.

Spyroideen ohne Galea, ohne Thoraxbildung.

Unterfamilie. Tripospyrinae.

Zygospyriden mit 3 Basalfüßen.

Triceraspyris antarctica n. sp.

Taf. LXXXIV, Fig. 586.

Phormospyris antarctica V. Haecker, 1907 c, S. 124, Fig. 9.

In T.-St. 147 (Antarktis, S. 5000—4000) wurde eine Spyroidee mit wohlerhaltener Centralkapsel gefunden, welche an der ausgesprochen bilokulären Cephalis 3 divergierende Basalfüße und an der Scheitelfläche 3 rudimentäre Hörner besitzt und daher wohl in die Gattung *Triceraspyris* gestellt werden dürfte. Die Basalfüße sind durch eine dünne Membran verbunden,

ähnlich der „Spannhaut" an den Oralstacheln von *Tuscarilla nationalis* (Taf. XXII, Fig. 180). Ich hatte bei der ersten Untersuchung diese Haut für eine Thoraxbildung gehalten und die Form daher für eine Phormospyride angesehen (1907 a).

Diagnose: Schale nußförmig, mit breitem Sagittalring und tiefer Sagittalstriktur. Poren unregelmäßig rundlich, zwei- bis viermal so breit als die Balken, ohne symmetrische Anordnung zu beiden Seiten des Sagittalringes. Bau der Basalplatte an meinem Exemplar nicht zu erkennen. 3 kurze rudimentäre Hörner an der Scheitelfläche; 3 Basalfüße, an der Basis gefenstert, kürzer als der kurze Schalendurchmesser.

Centralkapsel ellipsoidisch, in der Mitte leicht eingeschnürt, mit zahlreichen großen runden Tropfen (? Oelkugeln), mit rundlichem, in der Mitte leicht eingeschnürtem Kern.

Breitendurchmesser der Schale 0,12, Höhe 0,08, Länge der Basalfüße 0,05 mm.

Die nächsten Verwandten sind wohl in der Gattung *Triceraspyris* zu suchen, etwa in der Nähe von *T. didiceros* (Ehrenberg, 1875, Taf. XXI, Fig. 6) und *furcata* (Ehrenberg, 1875, Taf. XX, Fig. 8), welche fossil in Barbados gefunden wurden. Auch *T. gazella* Haeckel aus dem Indik (Rep., p. 1031, Taf. LXXXIV, Fig. 9) zeigt, abgesehen von der Länge der Hörner und Stacheln, eine ziemliche Aehnlichkeit, und ebenso könnte man *Tristylospyris triceros* (Ehrenberg) aus Barbados (1875, Taf. XXI, Fig. 5) zum Vergleich heranziehen.

Der ausgezeichnete Erhaltungszustand der Centralkapsel weist darauf hin, daß unsere Form normalerweise in großen Tiefen vorkommt.

Familie. Phormospyridae.

Spyroideen ohne Galea, mit Thoraxbildung.

Unterfamilie. Rhodospyrinae.

Phormospyriden mit einem Kranz von zahlreichen Basalfüßen.

In T.-St. 147 (Antarktis, S. 5000—4000) wurde eine Anzahl von Exemplaren einer Form gefunden, welche eine ausgesprochen bilokuläre Cephalis und einen cylindrischen Thorakalabschnitt aufweisen. Letzterer ist bei allen Exemplaren durch eine Art Diaphragma abgeschlossen (Taf. LXXXIV, Fig. 584). Bei einem Exemplar, welches seinem ganzen Habitus nach mit den übrigen zusammengehört, setzt sich an dem unteren Ende des Thorax ein weiteres, das Diaphragma überragendes, kragenähnliches Stück an, welches einen Kranz von etwa 35 (beim vorliegenden Stück abgebrochenen) Zähnen trägt und nach der üblichen Terminologie als Abdomen bezeichnet werden müßte (Fig. 589, 590). Sehr charakteristisch ist für alle Exemplare die Ungleichheit der beiden Abschnitte der Cephalis, die derbe Beschaffenheit der Wandung, die spärliche Zahl der Wandporen (namentlich in der Cephalis) und die außerordentlich komplizierte Verzweigung des Innenskelettes.

Das mit einem Kranz von Basalzähnen ausgestattete Exemplar (Fig. 589, 590) würde sich im künstlichen System gut in die Unterfamilie der Rhodospyrinen fügen, und zwar kommt es einigermaßen nahe den Haeckel'schen Formen *Rhodospyris tricornis* (Rep., p. 1089, Taf. LXXXIII,

Fig. 13) und *Desmospyris mammillata* (Rep., p. 1089, Taf. LXXXIII, Fig. 14), sowie der EHRENBERG'schen Barbadosform *Patagospyris (Petalospyris) confluens* (1875, Taf. XXII, Fig. 5).

Die kranzlosen Formen, welche mit großer Wahrscheinlichkeit nur Varianten der vorigen sein dürften, zeigen, was die oben erwähnten Charaktere, insbesondere auch die Wanddicke und die Verzweigung des Innenskelettes anbelangt, starke Anklänge an verschiedene von EHRENBERG und BÜTSCHLI unter den Gattungsbezeichnungen *Lithomelissa* und *Lithobotrys* beschriebene Barbadosformen (vergl. EHRENBERG, 1875, Taf. III, Fig. 15, 19; BÜTSCHLI, 1882, Taf. XXXIII, Fig. 21, 22, 26, 27). Auch EHRENBERG's *Lithobotrys biceps* (1872, Taf. IX, Fig. 23) aus dem Tiefgrund des Indik und STÖHR's Tripoliform *Lithomelissa amphora* (Palaeont., Bd. XXVI, 1880, Taf. III, Fig. 11) können herangezogen werden.

Es sei ferner auf die weitgehende Uebereinstimmung hingewiesen, welche unsere Form hinsichtlich ihres ganzen Habitus, insbesondere auch bezüglich der Wanddicke, Beschaffenheit der Poren und Verästelung des Innenskelettes mit der ebenfalls antarktischen *Peromelissa denticulata* (Taf. LXXXIV, Fig. 582, 583, 591) zeigt.

Alles in allem möchte ich die mit einem Basalkranz ausgestattete Form als Typus annehmen, und demnach die vorliegende Art zu den Rhodospyrinen in der Nähe der Gattungen *Rhodospyris* und *Desmospyris*, und zwar in einer neuen Gattung: *Saccospyris* (1907c, S. 124) unterbringen. Letztere würde sich von den beiden erstgenannten Gattungen hauptsächlich durch die außerordentlich komplizierte Verzweigung des Innenskelettes, von *Rhodospyris* außerdem durch den Mangel von apicalen Hornbildungen unterscheiden. Wenn diese neue Gattung im vorläufigen künstlichen System auch ziemlich weit entfernt von der folgenden Form *(Peromelissa denticulata)* abrückt, so kann es doch wohl kaum zweifelhaft sein, daß engere Beziehungen zwischen beiden bestehen.

Saccospyris antarctica n. gen., n. sp.

Taf. LXXXIV, Fig. 584, 589, 590.

Saccospyris antarctica V. HAECKER, 1907c, S. 124.

Schale sackförmig-cylindrisch, durch eine schräg verlaufende Querfurche in Cephalis und Thorax abgeteilt, sehr derbwandig, mit rauher Oberfläche, in der Gegend der Querfurche und am apicalen Pole mit kurzen, kräftigen Stacheln besetzt, mit wenigen, rundlichen, unregelmäßig großen, sehr zerstreut stehenden Poren.

Die Cephalis ist durch eine longitudinale Furche und einen aufsteigenden, stark verzweigten Ast des Innenskelettes in zwei ungleich große Logen geteilt (Fig. 590). Von der einen Kammer wird außerdem durch eine Querfurche und durch zahlreiche Aeste des Innenskelettes ein zwischen Cephalis und Thorax einseitig gelagerter Zwischenlobus abgeteilt (Fig. 590, links), so daß die Schale an diejenige mancher Botryoideen (vergl. Rep., Taf. XCVI) erinnert. Der durch die schräg verlaufende Querfurche abgeteilte Thorax ist entweder so hoch wie die Cephalis (Fig. 589, 590) oder beträchtlich höher (Fig. 584) und unten durch eine dünne, zuweilen nach innen eingebuchtete Basalplatte abgeschlossen (Fig. 584, 590). Bei einigen Exemplaren [var. *quadripartita* [1]), Fig. 584] fehlt ein Abdomen, bei einem Exemplar (var.

1) Der Zwischenlobus, die Logen der Cephalis und der Thorax sind als besondere Teile gerechnet.

quinquepartita, Fig. 589, 590) schließt sich jenseits der Basalplatte ein kragenartiges, schräg abgestutztes Ansatzrohr an, dessen Rand mit etwa 35 kurzen, bandförmigen (im Präparat wahrscheinlich abgebrochenen) Zähnen besetzt ist.

Das Innenskelett dürfte wohl, ähnlich demjenigen von *Peromelissa denticulata* (Taf. LXXXIV, Fig. 591), im wesentlichen einem basalen Tripodium entsprechen. Von einem an der Grenze zwischen Cephalis und Thorax gelegenen Centrum strahlen drei reich verzweigte Querbalken aus, von denen einer mit zahlreichen, unregelmäßigen Aesten den Zwischenlobus umspinnt (Fig. 590, links). Diese 3 Aeste sind wohl als die Cortinarfüße des Tripodiums zu betrachten (vergl. Rep., p. 891; cortina = Dreifuß). Außerdem gehen von dem Centrum ab ein vertikaler, nach oben gerichteter, ebenfalls stark verzweigter Balken, welcher vielleicht einem Teil des Sagittalringes bei anderen Nassellarien entspricht, und ein nach abwärts gerichteter thorakaler Achsenstab, welcher sich in ganz ähnlicher Weise bei *Peromelissa denticulata* wiederfindet (Fig. 591).

Die von Nahrungsmassen umgebene, mehrlappige Centralkapsel ist teils in den Logen der Cephalis, teils im Thorax gelagert (Fig. 584). Genaueres über die Zahl und Anordnung der Centralkapsellappen konnte ich wegen der Nahrungsmassen bei dieser Form nicht ermitteln.

Längster Durchmesser der Schale 0,11 (var. *quadripartita*) bis 0,13 mm (var. *quinquepartita*), Breite: 0,09 mm.

Fundort: T.-St. 147 (Antarktis, S. 5000—4000, ●●○○).

b) „Cyrtoidea“.

Cyrtellarien mit einfacher Cephalis, ohne sagittale Einschnürung und ohne Loben.

Familie. Tripocyrtidae.

(= Cyrtoidea dithalamia triradiata.)

Unterfamilie. Sethoperinae.

(= Cyrtoidea dithalamia triradiata clausa.)

Mehrere von der „Valdivia“ an antarktischen Stationen ausgeführte Schließnetzfänge enthielten, neben massenhaften Challengeriden (*Protocystis Swirei* u. a.), zahlreiche Individuen einer Cyrtellarie (Taf. LXXXIV, Fig. 582, 583, 591), welche offenbar identisch mit der von Ehrenberg aus dem Eis der Antarktis beschriebenen *Lithopera denticulata* (vergl. Textfig. 83) ist. Es handelt sich um eine kegelförmige, sehr derbwandige Form, welche auf Grund einer queren Einschnürung in eine kleinere, obere und eine größere, untere Etage zerfällt und außerdem in ihrem unteren Abschnitt drei Längsfurchen (nach Haeckel eine tiefe sagittale Einschnürung) aufweist (Fig 582). Mehrere, aus großen Tiefen stammende Exemplare enthielten eine Centralkapsel, welche mit ihrem centralen Teil im oberen Schalenabschnitt gelagert ist und, ähnlich derjenigen vieler Cyrtellarien, 3 Loben in den unteren Schalenraum entsendet.

Haeckel betrachtete unter Bezugnahme auf die Ehrenberg'sche Abbildung (Textfig. 83) den oberen Teil des Skelettes als eine „Galea“, den unteren, scheinbar bilokulären Abschnitt als

eine „Cephalis“, und so wurde er dazu geführt, die Ehrenberg'sche Form unter der Gattungsbezeichnung *Pylospyris* zu den „Spyroideen“ (d. h. Cyrtellarien mit bilokulärer Cephalis) und zwar zu den Tholospyriden (Spyroideen mit einer Galea) zu stellen. In der gleichen Gattung *Pylospyris* fanden zwei ähnlich geformte, aber mit kräftigem Apicalhorn versehene Formen Platz, nämlich *P. trinacria* aus Messina (Haeckel, 1862, S. 342, Taf. XII, Fig. 8, 9; vergl. Textfig. 84) und *P. canariensis* (Rep., Taf. XCV, Fig. 16). Bei *P. trinacria*, deren unteres Schalenglied durch eine sagittale Striktur in zwei gleich große Kammern geteilt ist, wurde eine rote Centralkapsel beobachtet, welche mit ihren drei Abschnitten das obere und die beiden unteren Fächer des Gehäuses ausfüllte. In dem Raum zwischen Schale und Centralkapsel lagen ein paar Dutzend gelbe Zellen. Auch bei der offenbar entfernter stehenden *P. canariensis* ist der untere Schalenabschnitt durch eine leichte sagittale Einschnürung in zwei gleich große Kammern zerlegt, so daß im ganzen drei Fächer vorhanden sind.

Sehen wir zunächst von den Beziehungen unserer zuerst von Ehrenberg gefundenen Form zu den beiden Haeckel'schen Arten ab und fragen wir uns, ob erstere wirklich im Haeckel'schen System an ihren richtigen Platz gestellt ist. Schon die zweifellose Thatsache, daß die Central-

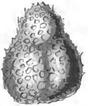


Fig. 83.

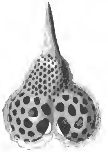


Fig. 84.



Fig. 85.

Fig. 83. *Peromelissa (Lithopera* Ehrenberg) *denticulata* (Ehrenberg). Kopie nach Ehrenberg, 1872, tab. 12, fig. 7.
Fig. 84. *Pylospyris trinacria* Haeckel. Kopie nach Haeckel, 1862, tab. 12, fig. 8.
Fig. 85. *Micromelissa bombus* Haeckel. Kopie nach Rep., tab. 57, fig. 14.

kapsel, ähnlich derjenigen der Cyrtoideen, mit einem centralen Teil im oberen Schalenabschnitt gelegen ist und mit 3 Loben in den unteren herabhängt, legt es nahe, den oberen Schalenraum nicht der „Galea“, sondern der „Cephalis“ anderer Cyrtoideen homolog zu setzen. Auch die Betrachtung der inneren Skelettstrukturen ergiebt das nämliche. Der obere Schalenabschnitt enthält keine inneren Skelettteile, dagegen ist (Fig. 591) der untere Raum von einem dünnen, geraden (bei einzelnen Exemplaren rudimentären) Achsenstab durchsetzt, von dessen oberem Ende drei bandförmige Querbalken ausstrahlen, die mit ihren dichotomischen Verzweigungen an der Innenfläche der Schale ansetzen. Die Ansatzstellen entsprechen den drei äußeren Längsfurchen der Schale (Fig. 582), zuweilen sieht man auch an der Außenfläche der Schale kleine höckerförmige Erhebungen, welche verschieden von den Dornen der Schalenoberfläche sind und wohl als rudimentäre Fortsetzungen der Querbalken aufzufassen sind.

Es geht daraus hervor, daß der untere Schalenabschnitt nicht zwei-, sondern dreifächerig ist und daher nicht als eine bilokuläre Cephalis aufgefaßt werden kann, vielmehr wird man dazu geführt, den oberen Schalenabschnitt von *Lithopera denticulata* der einfachen Cephalis der Cyrtoideen homolog zu setzen, während der untere, dreifächerige Teil als Thorax zu bezeichnen ist. Unsere Art würde also zu den dicyrtiden Cyrtoideen gehören.

Die drei Querbalken würden dann als die durch Dichotomie modifizierten Strahlen des basalen Tripodiums, bezw. der Basalplatte der Cephalis zu betrachten sein. Ihre distalen Abschnitte sind aber nicht, wie bei zahlreichen anderen Cyrtoideen, in den thorakalen Schalenabschnitt eingelagert, sie ragen auch nicht, wie z. B. bei *Micromelissa bombus* (Textfig. 85) als flügelförmige Fortsätze über den Thorax hervor, vielmehr sind sie nur noch bei einzelnen Exemplaren durch kleine höckerförmige Vorsprünge angedeutet.

Der bei unserer Form vielfach rudimentäre Achsenstab ist allerdings eine außergewöhnliche Bildung, indessen steht er nicht ohne Analogon da. Es sei hier auf die Tricyrtide *Axocorys macroceros* (Rep., p. 1420, Taf. LXVIII, Fig. 1, 1 a) hingewiesen, bei welcher ein dünner am basalen Ende verzweigter Stab, gewissermaßen als Fortsetzung des Apicalstachels, durch alle drei Schalenglieder bis in die Nähe des Schalenmundes herabsteigt, und ähnliche Bildungen kehren auch bei *Lamprocyclas* (Taf. LXXXV, Fig. 594) und offenbar auch bei der Dicyrtide *Dicolocapsa microcephala* (Rep., p. 1312, Taf. LVII, Fig. 1) wieder.



Fig. 86.

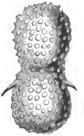


Fig. 87.

Fig. 86. *Sethopera oceania* (Ehrenberg). Kopie nach Ehrenberg, tab. 4, fig. 21.
Fig. 87. *Peromelissa capito* (Ehrenberg). Kopie nach Ehrenberg, 1875, tab. 3, fig. 14.

Von anderen Skelettstrukturen sei noch erwähnt, daß die den Thorax abschließende Gitterplatte eine wesentlich dünnere Beschaffenheit besitzt, als die übrige Schalenwandung (Fig. 591), und daß der Hauptteil der Schale, insbesondere ihr unterer Rand, mit Dornen besetzt ist, welche im oberen Schalenabschnitt apicalwärts, im unteren basalwärts gerichtet sind.

In welche specielle Gruppe der dicyrtiden Cyrtoideen unsere Art im künstlichen System zu stellen ist, hängt davon ab, ob man sie, mit Rücksicht auf die rudimentären Apophysen und die drei longitudinalen Furchen, noch als triradiate oder ob man sie als eradiate Form gelten lassen, ob man sie also zu den Tripocyrtiden oder Sethocyrtiden stellen will. Entscheidet man sich für erstere Ansicht, so gelangt man schließlich (vergl. Rep., p. 1194) zu den Sethoperinen (= Dicyrtida triradiata clausa), und in der That zeigen einige Formen der Gattungen *Sethopera* (mit 3 in der Thorakalwandung eingeschlossenen Rippen), *Micromelissa* und *Peromelissa* (mit 3 divergierenden Seitenflügeln) eine ziemlich weitgehende Uebereinstimmung, so z. B. *Sethopera oceania* (Ehrenberg, 1872, Taf. IV, Fig. 21; Rep., p. 1232; vergl. Textfig. 86), *S. lagena* aus Barbados (Ehrenberg, 1875, Taf. III, Fig. 4; Rep., p. 1233), *Peromelissa capito* aus Barbados (Ehrenberg, 1875, Taf. III, Fig. 14; Rep., p. 1237; vergl. Textfig. 87), *Peromelissa calva* (Rep., p. 1237, Taf. LVII, Fig. 12) und die schon erwähnte *Micromelissa bombus* (Rep., p. 1235, Taf. LVII, Fig. 14; vergl. Textfig. 85). Wenn bei den *Micromelissa*-Arten die Cephalis einen Achsenstab mit mehreren Querästen enthält (vergl. Bütschli, 1882, Taf. XXXIII, Fig. 26), während die Cephalis von *Lithopera denticulata* kein Innenskelett

einschließt, so mag dieser Unterschied mit dem Vorhandensein bezw. dem Mangel eines Apicalstachels zusammenhängen. Auch unter den Sethocyrtiden giebt es übrigens Formen, welche mit unserer Species Aehnlichkeit zeigen, so die bereits erwähnte *Dicolocapsa microcephala* (Rep., p. 1312, Taf. LVII, Fig. 1).

Alles in allem möchte ich also die EHRENBERG'sche *Lithopera denticulata* unter der Bezeichnung *Peromelissa denticulata* (EHRENBERG) der Familie der Tripocyrtiden, und zwar der Unterfamilie der Sethoperinen einreihen. Die weitere Untersuchung wird lehren, ob sich nicht später eine natürliche Familie herausheben läßt, bei deren Umgrenzung die eigentümliche Bildung des Innenskelettes, insbesondere vielleicht die dendritische Verzweigung der Querbalken, eine Rolle spielen dürfte und zu welcher auch die andere, oben beschriebene antarktische Art, *Saccospyris antarctica* (Taf. LXXXIV, Fig. 584), zu rechnen ist.

Kehren wir nunmehr zu den beiden Formen zurück, mit welchen unsere Art von HAECKEL in einer Gattung zusammengestellt worden ist, nämlich *Pylospyris trinacria* (Textfig. 84) und *P. canariensis*, so unterscheiden sich diese zunächst von *Peromelissa denticulata* durch die zweifächerige Beschaffenheit des unteren Schalenabschnittes, die nach den Abbildungen HAECKEL's unzweifelhaft feststehen dürfte und die Spyroideennatur der Formen zu beweisen scheint. Immerhin wäre es, angesichts der großen Aehnlichkeit dieser Formen mit *Peromelissa denticulata*, nicht undenkbar, daß diese zweifächerigen Typen aus einem dreifächerigen, sei es durch allmähliche Rückbildung eines Lobus, sei es auf Grund eines mutativen Prozesses, hervorgegangen sind. Auf den ersteren Entwickelungsweg würde die Thatsache hinweisen, daß bei mehreren Exemplaren von *Peromelissa denticulata* der eine der 3 Thorakallappen der Centralkapsel beträchtlich kleiner ist als die beiden anderen, während das Vorkommen mutativer Vermehrungen und Verminderungen der Antimerenzahl durch zahlreiche Beispiele bei den Tuscaroren erwiesen wird. Es sei speciell an das Nebeneinandervorkommen von zwei- und dreistrahligen Formen von *Tuscaretta tubulosa* (Taf. XXX, Fig. 228, und Taf. XXXI, Fig. 234) erinnert.

Peromelissa denticulata (EHRENBERG).

Taf. LXXXIV, Fig. 582, 583, 591; Textfig. 83.

Lithobotrys denticulata EHRENBERG, 1844, Monatsber. Akad. Berl., S. 203.
Lithopera denticulata EHRENBERG, 1872, Abh. Akad. Berlin, S. 297, Taf. XII, Fig. 7.
Pylospyris denticulata HAECKEL, Rep., p. 1083.
Pylospyris denticulata V. HAECKER, 1907c, S. 123, Fig. 8.

Schale kegelförmig mit nahezu kreisförmigem Querschnitt, durch eine quere Einschnürung in einen kleineren Abschnitt (Cephalis) und einen größeren (Thorax) geteilt. Letzterer meist durch deutliche Longitudinalfurchen in 3 Loben zerlegt. Wandung der Schale dick, mit unregelmäßigen, rundlichen Poren, welche meist schmäler als die dazwischen liegenden Balken sind, an der Außenseite mit kräftigen Dornen besetzt, welche an der Cephalis apicalwärts, am Thorax, insbesondere an dessen basalem Rande, basalwärts gerichtet sind. Basale Gitterplatte des Thorax dünnwandiger als die übrige Schale, ohne Dornenbesatz.

Das Innenskelett besteht aus drei bandförmigen, dichotomisch verzweigten Querbalken, welche zwischen Cephalis und Thorax gelagert sind und von einem gemeinschaftlichen Centrum radiär gegen die Longitudinalfurchen ausstrahlen. Ihren Ansatzstellen können an der Außenfläche der Schale kleine Höcker entsprechen. Von dem Centrum erstreckt sich ein Achsenstab durch den Thorax nach der Basalplatte. Der Achsenstab kann die Basalplatte erreichen oder er ist rudimentär und hängt frei in die Thoraxhöhle herab.

Höhe der Schale 0,11—0,12, größte Breite 0,08—0,1 mm.

Fundorte: Eis der Antarktis (EHRENBERG); T.-St. 133 (Antarktis, S. 3300—2700, ● ●), 143 (Antarktis, S. 200—100, ● ●), 145 (Antarktis, S. 200—100, ○ ○), 147 (Antarktis, S. 5000 bis 4000, ○ ○).

Verbreitung. Offenbar antarktische Form, welche ähnlich wie die kleinen antarktischen Challengeriden, insbesondere *Protocystis Swirei*, *acornis* und *bicornis*, mit welchen sie zusammen vorkommt, sich sowohl in der Schicht des Knephoplanktons als auch in den tieferen Regionen (bis ungefähr 3000 m) vorfindet.

Natürliche Familie. Lamprocycladidae.

(Anthocyrtidae — Sethophorminae partim + Phormocyrtidae — Theophorminae partim.)

Ein offenbar sehr großes Kontingent zur Tiefenfauna stellen einige, im natürlichen System sich sehr nahe stehende Gruppen aus den Familien der Anthocyrtidae (Dicyrtida [= Cyrtoidea dithalamia] multiradiata) und Phormocyrtidae (Tricyrtida [= Cyrtoidea trithalamia] multiradiata), speciell aus den Unterfamilien Sethophorminae (Dic. multir. aperta) und Theophorminae (Tric. multir. aperta). Es handelt sich (Taf. LXXXV) um Formen mit einem Apicalhorn und mit kegel- oder glockenförmiger Gitterschale, welche bei den Anthocyrtiden (Fig. 597) auf Grund einer „collaren" Einschnürung in eine kleine Cephalis und einen großen Thorax zerfällt, während bei den Phormocyrtiden (Fig. 594, 595) durch eine zweite „lumbale" Einschnürung noch ein Abdomen abgetrennt wird.

Die Cephalis ist gegen den Thorax, ähnlich wie bei den nahestehenden *Litharachnium*-Arten (vergl. Rep., Taf. LV, Fig. 7 u. a.; BÜTSCHLI, 1882, Taf. XXXIII, Fig. 37), durch eine mehrstrahlige Cortinar- oder Basalplatte abgegrenzt, welche speciell bei *Lamprocyclas intermedia* (Textfig. 88a) aus 4 H-förmig gestellten Querbalken besteht und als Aufhängeapparat für die mehrlappige Centralkapsel dient. Von der Cortinarplatte ragt vielfach ein dünner am Ende etwas keulenförmiger und bedornter thorakaler Achsenstab über die Lumbalstriktur herab (Taf. LXXXV, Fig. 594).

Ist eine Lumbalstriktur vorhanden, so springt von derselben in der Grenzebene zwischen Thorax und Abdomen ein dem Velum der Medusen ähnliches lumbales Diaphragma vor, welches bei vielen, namentlich dünnwandigen Formen, in Gestalt einer dünnen Lamelle verhältnismäßig weit ins Innere hervorragt und so die langen Loben älterer Centralkapseln tief einschnüren kann (Textfig. 88b). Bei dickwandigen Formen hat das lumbale Diaphragma meist nur die Gestalt eines derben Ringwulstes (Taf. LXXXV, Fig. 596).

Das basale Ende des Thorax bezw. Abdomens bietet zahlreiche Verschiedenheiten specifischer und individueller Art dar. Fast immer ist es stark eingezogen und trägt

zwei Kränze von verschieden gestalteten Zähnen, welche mit HAECKEL als terminal und subterminal bezeichnet werden können. Die subterminalen Zähne stehen meist mehr oder weniger senkrecht von der Schalenoberfläche ab (Fig. 597), dagegen sind die terminalen, dem glatten, porenlosen Schalenrand direkt aufgesetzten Zähne entweder parallel der Schalenachse gelagert (Fig. 598) oder stark gegen die Schalenachse eingekrümmt (Fig. 594, 597).

Bei mehreren Formen ist die Krümmung des basalen Abschnittes eine gleichmäßige, in welchem Falle auch die zwischen den beiden Zahnkränzen gelegene Zone von Poren durchbrochen ist. Dieses Verhalten findet sich z. B. bei *Anthocyrtidium biseriale* (Taf. LXXXV, Fig. 597).

Bei den übrigen Formen ist aber die schmale Zone zwischen den Zahnkränzen durch eine Ringkerbe gegen die eigentliche Schale abgesetzt und in dem Fall nicht von Poren durchlöchert. So entsteht ein kragen- oder kraterähnlicher Schalensaum (Peristom), dessen Rand von den terminalen Zähnen besetzt ist (Fig. 594, 595).

Nicht selten fehlt der terminale Zahnkranz. Dies ist z. B. bei *Craterocyclas robustissima* der Fall, bei welcher der Schalensaum als glatter, porenloser Wulst manschettenartig vorspringt



Fig. 88a.



Fig. 88b.



Fig. 88c.

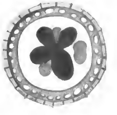


Fig. 89.

Fig. 88a—c. Cortinarplatte, lumbales und terminales Diaphragma von *Lamprocyclas intermedia*.

Fig. 89. Centralkapsel von *Lamprocyclas intermedia* n. sp. im optischen Durchschnitt (auf der Höhe des lumbalen Diaphragmas).

(Fig. 596), und ebenso bei einzelnen offenbar zu *Lamprocyclas intermedia* gehörenden Individuen, deren Schalensaum als ein breites horizontales (terminales) Diaphragma, ähnlich dem lumbalen Diaphragma, gegen die Schalenmündung gerichtet ist (Textfig 88c).

Bei einer zu *Lamprocyclas intermedia* gehörigen, sehr dünnwandigen Variante (T.-St. 221) waren weder terminale, noch subterminale Zähne ausgebildet.

Die Centralkapsel ist bei jüngeren Exemplaren deutlich vierlappig, entsprechend der vierstrahligen Beschaffenheit der Cortinarplatte. Bei älteren Exemplaren, bei welchen die vier Loben noch über die lumbale Einschnürung hinausragen, finden sich zwischen ihnen, in den Nahrungsmassen eingebettet, einige rundliche oder unregelmäßig geformte Gebilde, welche ich als abgeschnürte Teile der Centralkapselloben betrachten möchte (Textfig. 89). Bei dem in Taf. LXXXV, Fig. 597 abgebildeten Exemplar von *Anthocyrtidium biseriale* sind 2 von den 4 Centralkapselloben durch Fäden mit dem Schalenrand verbunden.

In den Schließnetzfängen der „Valdivia“ haben sich folgende, zum Teil gut auseinanderzuhaltende Formen vorgefunden:

a) Anthocyrtidae (Dicyrtida multiradiata). Ohne Lumbalstriktur. Unterfamilie: Sethophorminae (Dicyrtida multiradiata aperta).

Gattung. *Anthocyrtidium* Haeckel.

Ohne Thorakalrippen, mit Apicalhorn und mit subterminalen Zähnen.

Anthocyrtidium biseriale n. sp.

Taf. LXXXV, Fig. 597.

Schale sehr dünnwandig, mit weiten, hexagonalen Poren und sehr dünnen Balken, mit ausgeprägter Collarstriktur, ohne jede Lumbalstriktur. Apicalstachel kantig, einseitig der Cephalis aufgesetzt. Schalenrand gleichmäßig eingekrümmt, ohne „Schalensaum“. Subterminale Zähne kräftig, horizontal abstehend; terminale Zähne dünn, etwas eingekrümmt.

Gesamtlänge (einschließlich des Apicalstachels) 0,14 mm.

Fundort: T.-St. 170 (südlicher Indik, S. 200—100, ●).

A. biseriale zeigt am meisten Anklänge an das centralpacifische *A. cineraria* (Haeckel, Rep., p. 1278, Taf. LXII, Fig. 16) und an *Anthocyrtis ophirensis* (Ehrenberg, 1872, Taf. IX, Fig. 13; Rep., p. 1270) aus dem Indik, nur daß bei ersterem nur ein subterminaler, bei letzterem nur ein terminaler Zahnkranz vorhanden ist. Da indessen in Bezug auf die Bezahnung des Schalenrandes nach den Beobachtungen bei anderen Formen sehr weitgehende individuelle Verschiedenheiten aufzutreten scheinen, so gehören vielleicht alle genannten Formen als Individualvarianten einer und derselben Art an.

b) Phormocyrtidae (Tricyrtida multiradiata). Mit Lumbalstriktur. Unterfamilie Theophorminae (Tricyrtida multiradiata aperta). Schalenmund offen.

Gattung. *Craterocyclas* n. gen.

Ohne Radialrippen; mit subterminalem Zahnkranz und kraterförmigem Peristom.

Craterocyclas robustissima n. spec.

Taf. LXXXV, Fig. 596.

Schale außerordentlich derbwandig, mit großen, rundlichen Poren, welche zwei- bis dreimal so breit als die Balken sind, mit deutlicher Collar- und weniger deutlicher Lumbalstriktur. Apicalstachel einseitig der Cephalis aufgelagert, derb-kegelförmig. Lumbales Diaphragma in Gestalt eines derben Ringwulstes. 7—8 subterminale, kurze, derbe Zähne. Peristom glatt, porenlos, in Gestalt eines cylindrischen Kragens.

Gesamtlänge 0,21 mm.

Fundort: T.-St. 227 (nördlicher Indik, S. 600—400, ●).

C. robustissima zeigt bezüglich der Beschaffenheit der Schale und insbesondere des Peristoms am meisten Aehnlichkeit mit *Anthocyrtium Ehrenbergi* (Stöhr, 1880, Taf. III, Fig. 21b; Rep., p. 1277) aus dem Tertiär Siciliens, nur daß bei letzterer Form die lumbale Einschnürung fehlt.

Gattung. *Lamprocyclas* Haeckel.

Ohne Radialrippen, mit doppeltem Zahnkranz. Die folgenden Formen gehören sehr nahe zusammen und sind wahrscheinlich der nämlichen Großart einzurechnen.

Lamprocyclas dentata n. sp.

Taf. LXXXV, Fig. 598.

Schale derbwandig, mit großen, rundlichen Poren, mit undeutlichen Strikturen. Apicalhorn, an der Spitze mit zwei bis drei Zähnchen, welche die Fortsetzung der (mitunter spiralig aufsteigenden) flügelförmigen Kanten des Stachels bilden. Lumbalstriktur schmal, wulstartig. Die Zähne beider Kränze kurz und derb.

Gesamtlänge 0,2 mm.

Fundort: T.-St. 121 (Westwindtrift, S. 500—300, ● ●).

Lamprocyclas intermedia n. sp.

Taf. LXXXIV, Fig. 585; Textfig. 88a—c, 89.

Schale von mittlerer Dicke, aber niemals so dünn wie bei *Anthocyrtidium biseriale* und niemals so dick wie bei den vorhergehenden und bei der folgenden Art, im Thorax meist dünner als im Abdomen, mit deutlicher Collar- und Lumbalstriktur, mit rundlichen, deutlich in Längsreihen angeordneten Poren. Apicalstachel meist mit drei deutlichen Flügeln, welche zuweilen in kleine Spitzen auslaufen. Lumbales Diaphragma bei derbwandigen Schalen schmal, wulstartig, bei dünnen Schalen breit, lamellenartig (Textfig. 88b). Zwei Kränze von kurzen Zähnen. Zuweilen fehlt der terminale Kranz, seltener beide. Bei fehlendem Terminalkranz kann der Schalenrand, ähnlich dem lumbalen Diaphragma, in Form einer velumartigen Lamelle gegen den Schalenmund vorspringen (Textfig. 88c).

Gesamtlänge 0,2—0,25 mm.

Von voriger Form durch die Struktur der Gitterschale, durch den meist spitzigen Apicalstachel und das vielfach lamellenartige Diaphragma, von der folgenden durch geringere Schalendicke und die Bezahnung des Mundes unterschieden.

Fundorte: T.-St. 42 (Guineastrom, S. 550—250 ● ●, dünnschalig), 66 (Golf von Guinea, S. 700—600, ○ ○; S. 500—350, ○), 175 (südlicher Indik, S. 400—370, ●, sehr dünnschalig), 221 (nördlicher Indik, S. 220—185, ●, dünnschalig), 228 (nördlicher Indik, S. 420—350, ●, sehr dünnschalig; 320—250, ● ●, dünnschalig; 220—150, ●), 229 (nördlicher Indik, S. 1600—1400, ○ ○; 600—400, ●; 400—200, ● ●, ziemlich derbschalig), 236 (nördlicher Indik, S. 180—130, ● ●, sehr dünnschalig; 120—100, ● ●, dünnschalig), 237 (nördlicher Indik, S. 4950—4600, ○ ○ ○).

Verbreitung. Im wesentlichen Bewohnerin der warmen Meeresgebiete und vorzugsweise knephoplanktonisch.

Lamprocyclas maritalis Haeckel.

Taf. LXXXV, Fig. 594, 595.

Lamprocyclas maritalis Haeckel, Rep., p. 1390, Taf. LXXIV, Fig. 13, 14; V. Haecker, 1907c, S. 125, Fig. 12.

Schale sehr derbwandig, mit zwei bald leichten, bald deutlicher ausgeprägten Strikturen. Apicalhorn mit drei oder vier dicken, geraden oder schraubig gedrehten Längswülsten, zwischen welchen tiefe Längsfurchen liegen (ähnlich dem Apicalhorn von *L. deflorata*, Rep., p. 1391, Taf. LXXIV, Fig. 10; in Fig. 594 sind die Reste des abgebrochenen Apicalhorns in Gestalt von 4 Pfeilern zu sehen). Lumbales Diaphragma bald fehlend, bald als dicker Ringwulst oder als schmale Horizontallamelle entwickelt. Subterminaler Zahnkranz aus wenigen kurzen Zähnen, terminaler Kranz aus 9—11 sehr derben, reusenartig über die Mundöffnung gewölbten Zähnen bestehend.

Gesamtlänge (Spitze des Apicalstachels bis Peristomrand) 0,18—0,2 mm.

Die mir vorliegenden Exemplare unterscheiden sich von der vorigen Form durch die außerordentliche Derbwandigkeit und die reusenartige Anordnung des terminalen Kranzes. Sie stimmen sehr genau mit *L. maritalis* Haeckel überein, auch der von Haeckel beschriebene spiralige Verlauf der Leisten des Apicalhorns ist bei einem Exemplar angedeutet. Einen doppelten Porencontur weisen meine Exemplare nicht auf, doch handelt es sich hierbei, wie einzelne Exemplare von *L. intermedia* und namentlich die Befunde bei den Castanelliden (S. 148) zeigen, nur um individuelle Unterschiede, welche von dem Grad der Verkieselung in den Balkenachsen abhängen.

Fundorte: T.-St. 237 (nördlicher Indik, S. 4950—4600, ○○○), 239 (nördlicher Indik, S. 40—25, ○), 268 (nördlicher Indik, S. 4800—4200, ○○).

Die vorliegenden Schalen sind teils leer, teils mit Schlamm gefüllt.

Das Vorkommen unserer Form in größeren Meerestiefen kann also nicht bewiesen werden, wird aber durch die außerordentliche Derbheit der Schale wahrscheinlich gemacht. Sehr auffallend ist allerdings der einzelne Fund von T.-St. 239 (S. 40—25!), doch mag ja angesichts der großen Zahl der in dieser Station ausgeführten Schließnetzfänge eine Verunreinigung des Schließnetzes nicht ganz ausgeschlossen sein.

Der nämlichen natürlichen Familie der Lamprocycladiden würden einige andere Phormocyrtiden aus der Unterfamilie der Theophaeninae (Tricyrtida multiradiata clausa) einzureihen sein, bei welchen also der Schalenmund durch eine Gitterplatte geschlossen ist. Hierher gehört:

Gattung. *Hexalodus* n. gen.

Theophaeninen mit 6 Zähnen am Abdomen. Im künstlichen System der Gattung *Hexalatractus* Haeckel (Rep., p. 1393) am nächsten zu stellen, jedoch mit horizontaler Basalplatte.

Hexalodus dendrophorus n. sp.

Taf. LXXXV, Fig. 593.

Schale sehr derbwandig, mit deutlicher Collar- und Lumbalstriktur. In den Gitter-Knotenpunkten von Cephalis und Thorax erheben sich kurze, derbe, verästelte Dornen, deren Verzweigungen wahrscheinlich eine zarte äußere Gitterschale, ähnlich derjenigen von *Hexacontium* (Textfig. 75, 77) bilden. Apicalhorn kegelförmig. Lumbales Diaphragma als kräftiger Ringwulst ausgebildet. Abdomen durch eine Gitterplatte abgeschlossen, seine Basis mit sechs Apophysen,

von welchen bei meinem Exemplar zwei als breite, gefensterte Pyramiden (Ausbuchtungen der Schalenwand), die übrigen als kurze kräftige Zähne ausgebildet sind.

Gesamtlänge über 0,2 mm.

Centralkapsel mit 4 Loben.

H. dendrophorus erinnert am meisten an einige dreistrahlige Formen aus der Gruppe der Theoperinen (Tricyrtida triradiata clausa), so an *Lithochytris tripodium* (EHRENBERG, 1875, Taf. IV, Fig. 12; Rep., p. 1363) aus dem Tertiär von Barbados und an einige recente *Lithochytris*-Arten (Rep., Taf. LXVII, Fig. 14—16). Auch liegt ein Vergleich mit einigen *Podocyrtis*- und *Thyrsocyrtis*-Arten (Theopilinen = Tricyrtida triradiata aperta) nahe.

Fundort: T.-St. 227 (nördlicher Indik, S. 600—400, ●).

Natürliche Familie. Plectopyramididae.

(Phaenocalpidae-Archiphorminae partim + Anthocyrtidae-Sethophorminae partim.)

Den Lamprocycladiden stehen sehr nahe einige kegel- oder pyramidenförmige Formen mit viereckigem Maschenwerk und offenem Munde, welche im künstlichen System, je nachdem eine Cephalis fehlt oder deutlich abgesetzt ist, zu den Archiphorminae [Monocyrtida[1]) multiradiata aperta] oder zu den Sethophorminae [Dicyrtida[2]) multiradiata aperta] gestellt worden sind.

In den Schließnetz- und Vertikalnetzfängen wurden wiederholt hierher gehörige, mit Centralkapseln versehene Formen gefunden, die wegen der derben Beschaffenheit ihrer Schale mit großer Wahrscheinlichkeit als Bewohner der tieferen Regionen anzusehen sind.

Gattung. *Plectopyramis* HAECKEL.

Sethophorminen mit zahlreichen Radialrippen in der Wandung des pyramidenförmigen Thorax. Netzwerk doppelt: die groben primären Maschen sind von einem feinen sekundären Netzwerk ausgefüllt. Cephalis mit oder ohne Horn.

Plectopyramis polypleura HAECKEL.

Taf. LXXXIV, Fig. 592; Textfig. 90.

Plectopyramis polypleura HAECKEL, Rep., p. 1260, Taf. LVI, Fig. 8.
Sethopyramis fenestrata V. HAECKER, 1907 c, p. 125, Fig. 11.

Schale derbwandig, glatt, kegelförmig, mit geraden Konturen. Cephalis klein, mit sehr kleinen Poren und (nach HAECKEL) mit einem schiefen, konischen Horn von doppelter Länge. Thorax mit 20—30 Längsrippen, von welchen (nach HAECKEL) meist 12 als stärkere Primär-, die übrigen als schwächere Zwischenrippen ausgebildet sind. Die durch zahlreiche Horizontalbalken gebildeten primären Maschen sind in der Gegend der Kegelspitze durch ein feines sekundäres Netzwerk ausgefüllt, welches bei meinem Exemplar (im Gegensatz zu dem feinen

1) Cyrtoidea monothalamia.
2) Cyrtoidea dithalamia.

Netzwerk von *Cinclopyramis*) die Gestalt von schwach gewölbten, an der Außenfläche der Balken ansetzenden Siebplatten besitzt (Textfig. 90).

Bei meinem Exemplar fehlt ein Apicalhorn (möglicherweise abgebrochen), ferner sind bei ihm die Längsrippen gleichmäßig ausgebildet, und das sekundäre Netzwerk ist nur in einer bestimmten Zone in der Nähe der Schalenspitze entwickelt.

Schalenlänge (Cephalis + Thorax) nach HAECKEL 0,39 mm, bei meinem Exemplar 0,25 mm.

Fundort: T.-St. 229 (nördlicher Indik, S. 800—600, ●).

Cinclopyramis gigantea n. sp.

Taf. LXXXV, Fig. 599; Textfig. 91.

In T.-St. 55 (Guineastrom, V.) wurde eine Plectopyramidide gefunden, welche ich, obwohl nur ein Exemplar mit unvollständiger Centralkapsel und zwar in einem Vertikalnetzzug erbeutet wurde, doch wegen ihrer bedeutenden Größe als eine Tiefenform betrachten möchte. Während nämlich die Schalenlänge von *Plectopyramis polypleura* 0,25—0,39 mm beträgt und auch die meisten anderen hierher gehörigen Formen eine Schalenlänge von 0,2 bis höchstens 0,4 mm besitzen, ist die Länge der (wahrscheinlich unvollständigen) Schale bei der vorliegenden Art 0,95 und diejenige der beiden (ebenfalls abgebrochenen) Hörner mindestens 0,55 mm (vergl. Textfig. 91 a—c, wo bei gleicher Vergrößerung *Cinclopyramis gigantea*, *Acanthosphaera* und *Craterocyclas* abgebildet sind). *P. gigantea* kommt also in Bezug auf die Schalenlänge den pacifischen Formen *Sethopyramis bicornis* und *maxima* (Rep., p. 1256) gleich, mit denen sie auch sonst vieles Gemeinsame hat. Nur fehlt unserer Form vollständig die Cephalisbildung, und außerdem ist sie von den *Sethopyramis*-Arten durch die Ausbildung des sekundären Maschenwerkes und wahrscheinlich durch die Entwickelung eines äußeren spongiösen Gitterwerkes unterschieden.

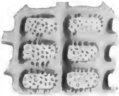


Fig. 90.

Fig. 90. Primäres und sekundäres Gitterwerk von *Plectopyramis polypleura* HAECKEL.

Fig. 91 a—c. *Cinclopyramis gigantea*, *Acanthosphaera hirsutissima* und *Craterocyclas robustissima* bei gleicher Vergrößerung gezeichnet.

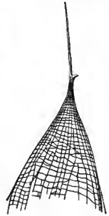


Fig. 91 a.



Fig. 91 b.



Fig. 91 c.

Artdiagnose: Schale pyramidenförmig, mit geschweiftem Umriß, im oberen Abschnitt mit zum Teil verzweigten Dornen besetzt, welche wahrscheinlich eine äußere Gitterschale tragen (ähnlich wie bei *Peripyramis* und *Spongopyramis*), ohne jede Cephalisbildung. Schalenspitze mit 2 divergierenden, kräftig bedornten Hörnern von mindestens 0,55 mm

Länge. Etwa 40 akrofugal sich verdünnende Längsbalken, welche, in der Nähe der Schalenspitze durch parallel verlaufende Querbalken gekreuzt, in den basalen Schalenabschnitten durch Quer- und Schrägbalken zu einem unregelmäßigeren Netzwerk verbunden werden. (Das Balkenwerk erinnert so an die Antiklinen und Periklinen eines pflanzlichen Vegetationskegels. Die zahlreichen Unregelmäßigkeiten in der Balkenverbindung finden in den auf Taf. XLV abgebildeten Monstrositäten der Aulosphäriden ihr Analogon.) Etwa in der Mitte der Schalenhöhe entspringen von einigen (mindestens drei) Längsbalken unter spitzem Winkel cylindrische, derbe, schwach bedornte Radialstacheln, welche eine Strecke weit durch Anastomosen mit dem Gitterwerk der Schale verbunden sind. Im apicalen Schalenabschnitt sind die Fensteröffnungen von zarten, großenteils rechtwinklig sich kreuzenden Fäden durchsetzt, welche von den einander zugekehrten Seiten der Balken (nicht, wie die Siebplatten von *Plectopyramis polypleura*, von der Außenfläche der Balken) entspringen, zuweilen auch mehrere Fenster und Balken überspringen.

Länge der Schale mindestens 0,95 mm.

Fundort: T.-St. 55 (Guineastrom, V., ●).

Gattung. *Sethophormis* Haeckel.

Textfig. 92.

Wiederholt wurden in tiefer gehenden Schließnetz- und Vertikalnetzzügen große, zart gefensterte Dicyrtiden mit birnenförmiger Centralkapsel gefunden, welche in die Gattung *Sethophormis* (Dicyrtida multiradiata mit flacher, glocken- oder hutförmiger Schale), und zwar in die Untergattung *Astrophormis* (mit 20 oder mehr Radialrippen) gehören.

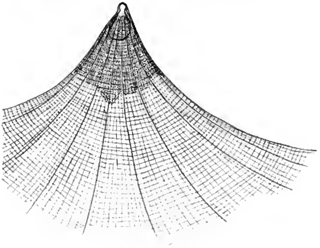


Fig. 92. *Sethophormis* sp.

Speciell in Schließnetzfängen fanden sich zwei vermutlich nahe zusammengehörende Formen mit wohlerhaltener Centralkapsel. Die T.-St. 175 (südlicher Indik, S. 400—370) lieferte eine hutförmige, der *Sethophormis leptopilium* Haeckel (Rep., p. 1249) einigermaßen nahestehende Art mit sehr kleiner Cephalis und mit 19—20 nach außen konkaven Längsrippen, welche durch ein außerordentlich zartes, viereckiges Maschenwerk verbunden sind (Textfig. 92). Der Durchmesser des Peristoms beträgt 0,56 mm. Eine sehr ähnliche Form mit einem Peristomdurchmesser von 1 mm wurde in T.-St. 66 (Golf von Guinea, S. 700—600) erbeutet. Bei ersterer hing aus der Cephalis eine birnförmige Cetralkapsel in den Thorax herab, bei letzterer besaß die Centralkapsel, von unten gesehen, einen runden Umriß, ist also wahrscheinlich ebenfalls birnenförmig.

Sehr auffallend ist, daß sich diese zartmaschigen Formen in so großen Tiefen vorfinden. Möglicherweise handelt es sich um zufällige Vorkommnisse.

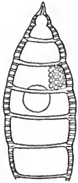


Fig. 93. *Eusyringium* sp.

Familie. Lithocampidae.

(Stichocyrtida [= Cyrtoidea polythalamia] eradiata.)

Textfig. 93.

In T.-St. 237 (S. 4950—4600) wurden zahlreiche Individuen einer Lithocampide gefunden, welche dem centralpacifischen *Eusyringium siphonostoma* Haeckel (Rep., p. 1499, Taf. LXXX, Fig. 14) und dem *Eu. raphanus* [Stöhr] (Stöhr, 1880, Taf. IV, Fig. 12), bezw. dem *Eucyrtidium elongatum* Stöhr (1880, Taf. IV, Fig. 10) aus dem Tertiär Siciliens nahestehen (Textfig. 93). Die meisten Exemplare, die im übrigen mancherlei Abweichungen bezüglich der Form und Kammerzahl zeigen, sind mit Schlamm gefüllt, bei einem fand ich aber in einer der Kammern einen deutlichen, centralkapsel-ähnlichen Körper, so daß, angesichts der Derbwandigkeit aller Formen, die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß es sich um Tiefenbewohner handelt.

Bemerkenswert ist, daß auch aus jurassischen Ablagerungen verschiedene von Rüst zu den Gattungen *Stichophormis* und *Stichocapsa* gestellte Arten bekannt sind, welche unseren Formen sehr nahestehen (Rüst, 1885, Taf. XVI, Fig. 2, 9, 12).

IV. Nachträge.

Im folgenden sollen noch einige Funde zusammengestellt werden, welche erst nach Abschluß der Bearbeitung der betreffenden Gruppen gemacht wurden.

Aulacanthidae.

Textfig. 94.

Einige Nadeln von *Aulocoryne zetesios* (S. 75) sind nachträglich in T.-St. 34 (canarische Strömung, V.) gefunden worden. Das Bild, welches man sich von der Verbreitung dieser Art machen kann, wird durch dieses Vorkommnis nicht verändert.

Ferner kam aus der Ausbeute von T.-St. 182 (südlicher Indik) nachträglich ein Exemplar von *Auloklептes flosculus* zum Vorschein, welches in typischer Weise alle Phasen des bisher nur in T.-St. 236 gefundenen Scabiosen-Typus (S. 64, Taf. XLII, Fig. 305—309) aufweist.

Zu den Aulacanthiden oder vielleicht auch zu den Cölodendriden möchte ich vorläufig auch die in mehreren Stationen gefundenen weichkörperlosen Centralkapseln stellen. Solche nackte Centralkapseln wurden in größerer Zahl namentlich in T.-St. 32 (canarische Strömung, V.) und 139 (Antarktis, V.) erbeutet. Sie gleichen im ganzen den Centralkapseln der Aulacanthiden und sind von wechselnder Größe. Die größten besitzen einen Längendurchmesser von 0,33 mm. Leider waren fast alle Exemplare, die ich zum Schneiden verwerten konnte, ungenügend konserviert. Nur bei einer der größten, mit Pikrinsäure fixierten Centralkapseln war etwas Näheres über die Strukturverhältnisse festzustellen (Textfig. 94). Der ellipsoidische Kern ist dicht gefüllt mit einfachen (nicht paarig gelagerten), langen, schlauchförmigen Chromosomen, welche eine dunkel färbbare Rinde und eine helle Binnensubstanz besitzen. Die Astropyle zeigt durchaus die Beschaffenheit der Astropylen der Aulacanthiden, die zweifellos erst in Bildung begriffenen Parapylen (*p*) lassen einen sehr tief in der Intrasarkode gelagerten Bulbus erkennen, von welchem ein dunkler Strang nach der Oberfläche zieht. Ein eigentlicher Parapylenhof, d. h. eine bei ausgebildeten Centralkapseln stets deutlich vorhandene alveolenfreie Plasmapartie im Umkreis der Parapyle, ist nicht vorhanden. Die Parapylen erinnern im ganzen an die Bilder, welche Borgert (1900, S. 254, Fig. BB—DD) von den Anfangsstadien der in Entwickelung begriffenen Parapylen von *Aulacantha* gegeben hat. Jedenfalls darf gesagt werden, daß die betreffende Centralkapsel eben erst aus einem Zweiteilungsprozeß hervorgegangen ist. Ob dies auch für die übrigen nackten Centralkapseln gilt, war bei dem mangelhaften Konservierungszustand nicht festzustellen.

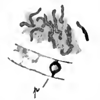


Fig. 94. Schnitt durch eine freie Centralkapsel aus T.-St. 32. Schlauchförmige Chromosomen und Parapylenanlage.

Aulosphaeridae.

Textfig. 95, 96a—e.

In T.-St. 32 (canarische Strömung, V.) wurde ein größeres Stück eines *Aulosphaera*-Skelettes vorgefunden, welches zu den interessantesten der im „Valdivia"-Material enthaltenen Monstrositäten gehört, insofern es gewissermaßen die Charaktere von 4 oder 5 sonst wohlunterschiedenen Tripyleen-Familien in sich vereinigt. Eine genaue Artbestimmung konnte nicht vorgenommen werden, da die Radialstacheln sämtlich abgebrochen waren.

Bei Betrachtung mit schwächerer Vergrößerung (Textfig. 95) zeigt ein Teil des Skelettes die typischen Strukturverhältnisse von *Aulosphaera* mit hohlen, von Achsenfäden durchzogenen Tangentialbalken und regelmäßigen, meist sechsstrahligen Knotenpunkten (Textfig. 95, rechts); ein anderer, in sich geschlossener Teil dagegen ist durch scheibenförmige Ausbildung der Knotenpunkte ausgezeichnet (Textfig. 95, links) und erinnert also schon bei oberflächlicher Betrachtung mehr an die Skelette der Sagosphäriden mit ihren in den Knotenpunkten verschmolzenen Tangentialbalken. An der Grenze beider Bezirke zeigen sich verschiedene Uebergänge: bei einzelnen

Knotenpunkten (Textfig. 96a) ist die äußere Lamelle des „Radgelenkes (*g*) stärker abgehoben, als dies normalerweise bei *Aulosphaera* der Fall ist (vergl. S. 102, Textfig. 12), bei anderen (Textfig. 97b) beginnt sich in die Zwickel zwischen der äußeren Gelenklamelle und den konischen Enden der

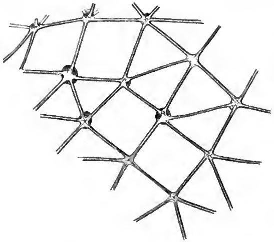


Fig. 95.

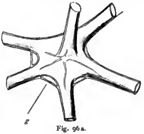


Fig. 96a.

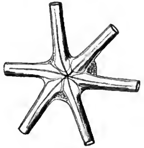


Fig. 96b.

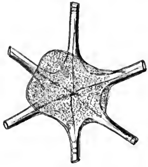


Fig. 96c.

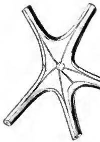


Fig. 96d.

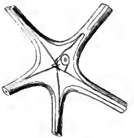


Fig. 96e.

Fig. 95. Abnormes Skelett von *Aulosphaera*.
Fig. 96a—e. Einzelne Knotenpunkte desselben Skeletts.

Tangentialröhren eine poröse, „sekundäre" Kieselmasse einzulagern, und dieser Zustand führt endlich hinüber zu denjenigen Knotenpunkten, bei welchen die ganze Sternfigur in eine scheibenförmige, poröse, auf den Präparaten vielfach luftdurchtränkte Masse eingebacken erscheint (Textfig. 96c).

Solche Bilder erinnern dann sehr an manche Vorkommnisse bei Sagosphäriden (vergl. Taf. XIX, Fig. 168), aber merkwürdigerweise zeigen die nämlichen Knotenpunkte gleichzeitig Anklänge an zwei andere, viel weiter abstehende Gruppen, an die Familien der Challengeriden und Medusettiden, indem in der Nähe der scheibenförmigen Knotenpunkte die hohlen Tangentialbalken vielfach durch quere Scheidewände mehr oder weniger regelmäßig gekammert sind (Textfig. 96c). Damit sind aber die Beziehungen dieser Monstrosität zu anderen Familien nicht erschöpft: bei einzelnen Knotenpunkten (Textfig. 96d, e) hat nämlich der Verkieselungsprozeß einen ganz anderen Verlauf genommen, insofern nur die äußere, in diesem Fall allerdings sehr dicke Gelenkhaut zur Ausbildung gelangt und die centralen Balkenstümpfe überhaupt nicht als selbständige Gebilde zur Entwickelung gelangt sind. Solche Knotenpunkte erinnern sehr an unfertige Castanelliden-Skelette (Taf. XXXVIII, Fig. 290), sowie an das früher beschriebene unvollständig verkieselte Skelett von *Sagenoarium anthophorum* (Taf. XLVIII, Fig. 368, besonders bei c und d), und zwar um so mehr, als die angrenzenden Tangentialbalken keinen kontinuierlichen Hohlraum aufweisen, wie bei den Aulosphäriden, sondern mehr oder weniger vollständig verkieselt sind und also mehr den massiven Stäben der Sagosphäriden entsprechen.

In der hier beschriebenen Monstrosität von *Aulosphaera* tritt uns abermals ein ganz besonders instruktives Beispiel für die weitverbreitete Thatsache entgegen, daß, wenn einmal der durch Vererbung fixierte Gleichgewichtszustand verlassen wird, die Ausschläge nach verschiedenen Seiten hin stattfinden. In unserem speciellen Fall handelt es sich dabei nicht etwa bloß um Anklänge an benachbarte Arten und Gattungen, wie dies für ähnliche Monstrositäten, z. B. bei den Aulacanthiden, zu gelten pflegt, sondern es werden sogar die Merkmale mehrerer Familien in verschiedenen Kombinationen miteinander vereinigt.

Von weiteren nachträglichen Befunden aus dem Gebiet der Aulosphäriden sei noch ein Exemplar von *Auloscena robustissima* aus T.-St. 85 (Benguelastrom, V.) erwähnt. Diese Form war vorher (S. 121) nur aus dem südlichen Indik bekannt.

Sagosphaeridae.

Textfig. 97.

In T.-St. 151 (Antarktis, S. 100—10) fand sich noch ein vollständiges Exemplar von *Sagoscena praetorium* (s. S. 137, Taf. XV, Fig. 145—146), also einer auch sonst in der Antarktis öfters gefundenen Form.

In T.-St. 142 (Antarktis, V.) wurden ferner Reste einer *Sagenoscena*-Art mit einfachem, unverzweigtem, am Ende in eine feine Spitze auslaufendem Radialstachel gefunden, welche als *Sagenoscena monodon* n. sp. bezeichnet werden möge (Textfig. 97).

Castanellidae.

Castanidium longispinum wurde weiter noch gefunden in T.-St. 132 (Antarktis, S. 500—350, ● ●), 151 (Antarktis, S. 300—200, ●), 239 (nördlicher Indik, S. 113—85, ● ●, 1 Exemplar mit Copepodeneiern; S. 81—64, ●).

Unsere nach den bisherigen Befunden als knephoplanktonisch zu bezeichnende Art geht also nahe bis an die Region des Phaoplanktons (0—50 m) herauf.

Circoporidae.

Textfig. 98.

Von *Circostephanus valdiviae* wurde in T.-St. 268 (nördlicher Indik, V.) ein zweites Exemplar mit 24 Radialstacheln gefunden, welches im übrigen dem früher (S. 184) beschriebenen durchaus gleicht. Da in der Tafelfigur (Taf. XXI, Fig. 179) aus Versehen der Dornenbesatz der Radialstacheln weggelassen ist, so gebe ich in Textfig. 98 nochmals einige Radialstacheln wieder.

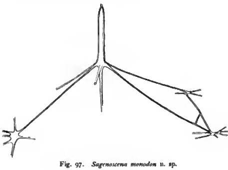


Fig. 97. *Sagenoscena monodon* n. sp.



Fig. 98. Teil eines Skelettes von *Circostephanus valdiviae* n. sp.

Medusettidae (Atlanticellidae).

Durch seine Untersuchungen über *Atlanticella* (1905), insbesondere durch die Auffindung vollkommen skelettloser, zu dieser Gattung gehöriger Formen ist es Borgert (1907a) ermöglicht worden, auch einer Reihe anderer aberranter Protozoenformen eine bestimmte Stelle im System anzuweisen. Es handelt sich um Organismen, welche zum Teil die Gestalt einer kugeligen oder leicht eiförmigen Blase besitzen (Textfig. 100—102), zum Teil mit kurzen, dicken Fortsätzen oder mit langen, dünnen Armen ausgestattet sind (Textfig. 99). Bei allen in Frage stehenden Formen besteht der von einer Hüllmembran umgebene Zellkörper großenteils aus Gallerte, während die „Protoplasmascheibe", d. h. die rundliche oder scheibenförmige, den Kern einschließende Hauptmasse des Protoplasma einseitig der Innenfläche der Hüllmembran eingelagert ist. Von dem vakuolisierten Rande der Protoplasmascheibe strahlen an der Innenfläche der Membran in meridionaler Richtung Protoplasmazüge gegen den gegenüberliegenden (aboralen) Pol aus (Textfig. 100), auch kann von der aboralen Seite der Protoplasmascheibe ein derber Verbindungsstrang durch die Gallerte hindurch nach dem aboralen Pol hin ziehen (Textfig. 101) und hier eine fontänenartige Aufteilung erfahren. Bei einer der Formen, *Lobocella proteus*, konnte Borgert feststellen, daß die radiären Plasmastränge der aboralen Fontäne sich teils direkt, teils

durch Vermittelung eines unregelmäßigen, an der Innenfläche der Hüllmembran ausgebreiteten Maschenwerkes mit den radiären von der Protoplasmascheibe ausstrahlenden Plasmazügen in Verbindung setzen. BORGERT hält es daher für wahrscheinlich, daß die geschilderten Strukturen den Ausdruck einer kreisenden Protoplasmaströmung bilden, und man wird speciell an die Verhältnisse bei *Phaeocolla valdiviae* (S. 8, Taf. XLII, Fig. 302) erinnert, bei welcher Form ebenfalls eine Art von regelmäßiger Cirkulation zu bestehen scheint. Im ganzen ist, wie BORGERT betont, eine große Aehnlichkeit unserer Formen mit den Cystoflagellaten nicht zu verkennen (man beachte namentlich *Halocella tentaculata* mit ihrer rudimentären Proboscis, Textfig. 102), aber die Tripyleen-Natur der ersteren wird deutlich dadurch erwiesen, daß — mit einer Ausnahme — bei allen Formen an der Stelle, wo der Protoplasmakörper der Hüllmembran aufliegt, ein deutliches Operculum (Oeffnungshof) mit radiärer Streifung zu sehen ist (Textfig. 99). Der ganze Körper würde also einer Centralkapsel entsprechen, und da ferner BORGERT bei einer seiner Arten (*Halocella gemma*) ein unregelmäßiges, spongiöses Kieselskelett dem Operculum angelagert fand, welches einigermaßen mit dem hohlen Klöppel von *Atlanticella* verglichen werden kann, so wurde er dazu geführt, alle genannten Formen in der von ihm neu gegründeten Familie der Atlanticelliden unterzubringen (1907a, S. 446).

Von den in der „National"-Ausbeute enthaltenen, neuen Formen haben sich mehrere auch im „Valdivia"-Material wiedergefunden. Insbesondere liegen mehrere Exemplare von *Cornucella maya* vor. Unter diesem Namen faßt BORGERT alle diejenigen Formen zusammen, welche einen deutlichen strahligen Oeffnungshof und mehrere lange, horn- oder armartige Fortsätze besitzen:

Cornucella maya BORGERT.

Textfig. 99.

Cornucella maya BORGERT, 1907a, S. 436, Fig. 4, 5.

Centralkapsel sphärisch oder nahezu sphärisch mit mehreren (bei meinen Exemplaren 4—6) langen, zipfelförmigen Fortsätzen, welche mit einem etwas verbreiterten Basalstück der Centralkapsel aufsitzen und so an die Radialstacheln der Tuscaroren im häutigen Entwickelungsstadium erinnern.

Hüllmembran dünn, im konservierten Material zart gefältelt. Operculum kreisförmig mit deutlicher Radiärstreifung.

Protoplasmascheibe nach BORGERT der Astropyle angelagert, mit radiär gerichteten, pseudopodien-

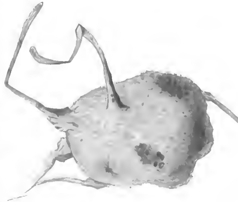


Fig. 99. *Cornucella maya* BORGERT.

artigen Fortsätzen. Ein kräftiger, die Gallerte durchziehender Strang verbindet die Protoplasmascheibe mit dem aboralen Pol und entsendet hier nach allen Seiten dünne Ausläufer. (Diese Verhältnisse waren bei meinen, überwiegend mit Alkohol konservierten Exemplaren nicht genau zu erkennen.)

Ueber den in der Protoplasmascheibe gelagerten Kern kann ich keine Aussagen machen, da ich keine ausreichenden Schnittbilder bekommen habe. (In dem in Textfig. 99 abgebildeten Exemplar waren Protoplasmascheibe und Kern zerfallen.)

Längster Durchmesser der Centralkapsel bei meinen Exemplaren 0,12—0,2 m.

Fundorte: Atlantik (Borgert); T.-St. 26 (canarische Strömung, V.), 46 (Südäquatorialstrom, V.), 55 (Guineastrom, P. 200), 66 (Golf von Guinea, V.), 229 (nördlicher Indik, S. 600—400), 268 (nördlicher Indik, V.).

Verbreitung: Nach dem „Valdivia"-Material ist unsere Form hauptsächlich in wärmeren Meeresgebieten zu Hause und anscheinend knephoplanktonisch.

Ferner fanden sich im „Valdivia"-Material:

Halocella inermis n. sp.

Textfig. 100, 101.

Centralkapsel geoïdisch, mit flacher Oral- und Aboralseite, ohne Fortsätze.

Hüllmembran dünn. Operculum nicht ausgebildet; an seiner Stelle ein kleiner, scheibenförmiger, dunkler Körper, welcher durch einen kurzen Stiel mit der von der Hüllenmembran etwas abgerückten Protoplasmascheibe verbunden ist und vielleicht ein Homologon der Proboscis darstellt (vergl. Textfig. 101, unten).

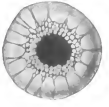


Fig. 100.

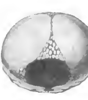


Fig. 101.

Fig. 100. *Halocella inermis* n. sp. Oralansicht.
Fig. 101. *Halocella inermis* n. sp. Seitenansicht.

Protoplasmascheibe sehr regelmäßig vakuolisiert, in etwa 20 meridionale Stränge auslaufend (Textfig. 100), durch diese letzteren, sowie durch einen derben, die Gallerte durchsetzenden Achsenstrang (Textfig. 101) mit dem aboralen Pol verbunden. Kern geoïdisch.

Größter Durchmesser der Centralkapsel 0,5 mm.

Fundort: T.-St. 42 (Guineastrom, S. 2000—1700).

Die vorliegende Form stimmt in Bezug auf die allgemeine Gestalt und Struktur mit *Halocella gemma* Borgert (1907 a, Fig. 1) überein, von welcher sie sich aber durch den Mangel eines Skelettes unterscheidet. Hinsichtlich der korbförmigen Anordnung des Protoplasmas besteht auch mit *Lobocella proteus* Borgert (1907 a, Fig. 2) eine ziemlich weitgehende Uebereinstimmung, so daß die systematische Stellung unserer Form in der Nähe einer dieser beiden Borgert'schen Formen nahezu sicher sein dürfte.

Halocella (?) tentaculata n. sp.

Textfig. 102.

Centralkapsel (?) nahezu sphärisch.

Hüllmembran derb, von körniger Beschaffenheit, stark tingierbar. Ein eigentliches, radiär gestreiftes Operculum ist nicht ausgebildet, dagegen ist an einer Stelle der Hüllmembran ein kreisförmiges, helles Feld differenziert, in dessen Mitte sich ein hornförmiger, dunkel tingierbarer Vorsprung (rudimentäre Proboscis?) erhebt.

Eine „Protoplasmascheibe" ist nicht vorhanden; ein excentrischer, scheibenförmiger Körper von spongiöser Beschaffenheit (Sublimat-Alkohol-Konservierung!) ist wohl als Kern zu deuten.

Größter Durchmesser 0,42 mm.

Fundort: T.-St. 32 (canarische Strömung. V.).

Möglicherweise ist auch diese Form als eine skelettlose Centralkapsel zu deuten und in die Nähe obiger Formen zu stellen. Um ein Cystoflagellat dürfte es sich wohl schwerlich handeln.

Im Anschluß an die Besprechung seiner neuen Gattungen geht Borgert (1907a, S. 443) nochmals auf die systematische Stellung der von ihm aufgestellten Familie der Atlanticelliden ein. Gegenüber der von mir (1906c, S. 894; vergl. oben S. 304) geäußerten Ansicht, daß eine Abtrennung der Atlanticelliden von den Medusettiden nicht angebracht sei, da die beiden Familien eine kontinuierliche Reihe von Arten darbieten, hebt Borgert hervor, daß zwar die Gattungen *Planktonetta* und *Nationaletta* bei aller sonstigen Verschiedenheit in Bezug auf das charakteristische Merkmal der Medusettiden, nämlich die Kammerung der Stacheln, mit den kleineren Formen (*Medusetta* und *Euphysetta*) übereinstimmen und daher mit ihnen in eine engere Beziehung gebracht werden können, daß aber jedenfalls das Genus *Atlanticella* durch die Zahl und Beschaffenheit der Centralkapselöffnungen, durch den Mangel eines Diaphragmas und durch den besonderen Bau der Stacheln wesentlich von den Gattungen *Planktonetta* und *Nationaletta* verschieden sei. Wollten wir daher die Gattung *Atlanticella* mit in die gleiche Familie einreihen, so würde dies nur mit einem gewissen Zwang geschehen können, und gerade auf das ckarakteristische Merkmal der Medusettiden, die Beschaffenheit der Stacheln, müßte verzichtet werden. Borgert weist dann ferner noch darauf hin, daß die kleineren Medusettiden sehr enge Beziehungen zu den Challengeriden aufweisen und daß man zwischen diesen beiden Formengruppen mindestens ebenso leicht einen Uebergang finden könnte, wie zwischen *Atlanticella* und den Medusettiden.

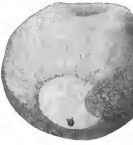


Fig. 102. *Halocella (?) tentaculata* n. sp.

Ich möchte das Gewicht einiger der Gründe gewiß nicht verkennen, welche Borgert gegen eine Vereinigung der Atlanticellen mit den Medusettiden vorgebracht hat. Indessen ist bezüglich der drei von Borgert hervorgehobenen Punkte (Centralkapsel, Diaphragma, Stacheln) darauf hinzuweisen, daß wenigstens bei dem Genus *Globicella*, welches Borgert ebenfalls zu den

Atlanticelliden stellt, die Centralkapselöffnungen eine ganz ähnliche Beschaffenheit zeigen wie bei *Planktonetta* und *Nationaletta*, daß ein Diaphragma vorübergehend (nämlich bei der Fortpflanzung) auch bei *Nationaletta* fehlen kann (Taf. LIX, Fig. 459) und daß die Stachelstrukturen von *Atlanticella*, wie oben (S. 291) gezeigt wurde, sich ohne weiteres an die Verhältnisse bei *Planktonetta* anschließen und damit auf die Kammerung der Medusettiden-Stacheln zurückführen lassen. Auch ist daran zu erinnern, daß, was Borgert in seiner Kontroverse nicht beachtet hat, der Klöppel von *Atlanticella* doch zweifellos mit der sekundären Außenschale von *Nationaletta* in eine engere Beziehung gebracht werden kann (S. 297). So wird man denn auch meiner Auffassung ein gewisses Recht nicht abstreiten können. Im übrigen dürfte es sich aber hier, wie bei allen Versuchen, eine größere, ziemlich kontinuierliche Formenreihe systematisch zu gliedern, mehr um eine Frage der persönlichen Empfindung und allenfalls um praktische Rücksichten handeln. Letztere scheinen mir aber dafür zu sprechen, wo es irgend möglich ist, die Zahl der aufzustellenden Familien nicht allzusehr zu vergrößern.

Am Schluß seiner Abhandlung (1907) kommt Borgert noch auf die von mir geäußerte Anschauung zu sprechen, daß Fowler's *Gazelletta fragilis* nicht mit der von Borgert beschriebenen *Gazelletta* bezw. *Nationaletta fragilis* identisch sei. Er glaubt an der Identität festhalten zu sollen, eine endgiltige Entscheidung dieser Angelegenheit wird sich aber wohl erst herbeiführen lassen, wenn vollständige Tiere vorliegen.

Literaturverzeichnis zum Systematischen Teil.

Die mit * bezeichneten Arbeiten sind mir unzugänglich gewesen.

Aurivillius, C. W. S. (1899), Animalisches Plankton aus dem Meere zwischen Jan Mayen, Spitzbergen, K. Karlsland und der Nordküste Norwegens. Svensk. Vet. Ac. Handl., Vol. 32, 1899.

*Bailey, J. W. (1856), Notice of microscopic forms found in the soundings of the Sea of Kamtschatka. Am. Journ. Sci. and Arts, Ser. 2, Vol. 22, 1856.

Borgert, A. (1891), Ueber Dictyochiden, insbesondere über Distephanus speculum, sowie Studien an Radiolarien. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LI, 1891.

— (1892), Vorbericht über einige Phäodarien-(Tripyleen-)Familien der Plankton-Expedition. Erg. Plankt.-Exp., Bd. I, A, Kiel u. Leipzig 1892.

— (1896), Zur Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien (Phäodarien). Zool. Anz., Jahrg. 19, 1896.

— (1896a), Fortpflanzungsverhältnisse bei tripyleen Radiolarien (Phäodarien). Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1896.

— (1900), Untersuchungen über die Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien, speziell von Aulacantha scolymantha. I. Teil. Zool. Jahrb. (Anat. Abt.) 1900.

— (1901), Die tripyleen Radiolarien des Mittelmeeres. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. XIV, 1901.

— (1901a), Die nordischen Tripyleenarten. Nord. Plankton, No. 15, Kiel u. Leipzig 1901.

— (1902), Mitteilungen über die Tripyleenausbeute der Plankton-Expedition. I. Neue Medusettiden, Circoporiden und Tuscaroriden. Zool. Jahrb. (System. Abt.), Bd. XVI, 1902.

— (1903), Mitteilungen über die Tripyleen-Ausbeute der Plankton-Expedition. II. Die Tripyleenarten aus den Schließnetzfängen. Zool. Jahrb. (Syst. Abt.), Vol. 19, 1903.

Borgert, A. (1905), Die tripyleen Radiolarien der Plankton-Expedition. Tuscaroridae. Erg. Plankt.-Exp., Bd. III, L. h. 2, 1905.

— (1905a), Die tripyleen Radiolarien der Plankton-Expedition. Atlanticellidae. Erg. Plankt.-Exp., Bd. III, L. h. 3, 1905.

— (1906), Die tripyleen Radiolarien der Plankton-Expedition. Medusettidae. Erg. Plankt.-Exp., Bd. III, L. h. 4, 1906.

— (1907), Die tripyleen Radiolarien der Plankton-Expedition. Concharidae. Erg. Plankt.-Exp., Bd. III, L. h. 5, 1907. (Konnte im Systematischen Teil nicht mehr berücksichtigt werden.)

— (1907a), Ueber ein paar interessante neue Protozoenformen aus dem Atlantischen Ozean und anderes. Dritte Mitt. über d. Trip.-Ausb. d. Plankt.-Exp. Arch. Prot., Bd. IX, 1907.

Brandt, K. (1885), Die koloniebildenden Radiolarien (Sphärozoëen) des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Fauna und Flora d. Golfes v. Neapel, 13. Monogr. Berlin 1885.

— (1890), Neue Radiolarienstudien. Mitt. Ver. Schlesw.-Holst. Aerzte, 12. Heft, 1890.

— (1902), Beiträge zur Kenntnis der Colliden. Arch. Prot., Bd. I, 1902.

— (1905), Zur Systematik der koloniebildenden Radiolarien. Zool. Jahrb., Suppl. 8, 1905.

Brock, Hj. (1906), Bemerkungen über zwei Tripyleenarten aus dem Nordmeere. Zool. Anz., Bd. XXIX, 1906.

Bütschli, O. (1880—82), Protozoa. I. Abt. Sarcodina und Sporozoa. Bronns Klassen und Ordnungen, Bd. I, Leipzig. u. Heidelberg 1880—82.

— (1883), Beiträge zur Kenntnis der Radiolarienskelette, insbesondere der der Cyrtida. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVI, 1883.

— (1887—89), Protozoa. III. Abt. Infusoria und System der Radiolaria. Leipzig 1887—89.

Calkins, G. N. (1904), Evidences of a sexual-cycle in the life-history of Amoeba proteus. Arch. Prot., Bd. V, 1904.

*Certes, A. (1889), Protozoaires. Mission scientifique du Cap Horn, 1882—83, T. VI, Zool. 1889.

Chun, C. (1897), Die Beziehungen zwischen dem arktischen und antarktischen Plankton. Stuttgart 1897.

— (1900), Aus den Tiefen des Weltmeeres. 1. Aufl. Jena 1900.

— (1903), Aus den Tiefen des Weltmeeres. 2. Aufl. Jena 1903.

— (1904), Die vertikale Verbreitung des marinen Planktons. Compte-rendu 6me Congr. Intern. Zool., Berne 1904.

Cleve, P. T. (1899), Plankton collected by the Swedish expedition to Spitzbergen in 1898. Svensk. Vet. Ac. Handl., V. XXXII, 1899.

Doflein, F. (1907), Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. V. Amöbenstudien. Erster Teil. Arch. f. Prot., Suppl. I, 1907.

Dreyer, F. (1889), Die Pylombildungen in vergleichend-anatomischer und entwickelungsgeschichtlicher Beziehung. Jen. Zeitschr., Bd. XXIII, 1889.

— (1892), Die Prinzipien der Gerüstbildung bei Rhizopoden, Spongien und Echinodermen. Ein Versuch zur mechanischen Erklärung organischer Gebilde. Jen. Zeitschr., Bd. XXVI, 1892.

Ehrenberg, Ch. G. (1872), Mikrogeologische Studien über das kleinste Leben der Meerestiefgründe aller Zonen und dessen geologischen Einfluß. Abh. Berl. Ak. Wiss., 1872.

— (1875), Polycystinenmergel von Barbados. Abh. Berl. Ak. Wiss., 1875.

— (1860), Ueber den Tiefgrund des Stillen Ozeans zwischen Californien und den Sandwich-Inseln. Mon.-Ber. Ak. Wiss. Berl., 1860.

Fowler, G. H. (1898), Contributions to our knowledge of the plankton of the Faroe Channel, No. VII. Proc. Zool. Soc. Lond., 1898.

— (1903), On Planktonetta atlantica, Borgert. Quart. Journ. Micr. Sc., Vol. XLVII, 1903.

— (1904), Notes on the anatomy of Gazelletta. Quart. Journ. Micr. Sci., Vol. XLVIII, 1904.

Goldschmidt, R. (1907), Ueber die Lebensgeschichte der Mastigamöben. Sitz.-Ber. Ges. Morph. München, 1907.

— (1907a), Lebensgeschichte der Mastigamöben, Mastigella vitrea n. sp. und Mastigina setosa n. sp. Arch. Prot., Suppl. I, 1907.

Haeckel, E. (1862), Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria). Eine Monographie. Berlin 1862.

— (1879), Ueber die Phäodarien, eine neue Gruppe kieselschaliger mariner Rhizopoden. Sitz.-Ber. Jena. Ges. f. Med. u. Nat., 1879.

— (1887), Report on the Radiolaria collected by H. M. S. „Challenger" during the years 1873—76. Chall. Rep. Zool. Vol. XVIII, 1887.

— (1887a), Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria). Eine Monographie. 2. Teil. Grundriß einer allgemeinen Naturgeschichte der Radiolarien. Berlin 1887.

HÄCKER, V. (1904), Bericht über die Tripyleen-Ausbeute der deutschen Tiefsee-Expedition. Verh. Zool. Ges., 1904.
— (1904a), Ueber die biologische Bedeutung der feineren Strukturen des Radiolarienskeletts. Jen. Zeitschr., Bd. XXXIX, 1904.
— (1905), Finales und Kausales über das Tripyleenskelett. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. LXXXIII, 1905.
— (1906), Zur Kenntnis der Challengeriden. Vierte Mitt. über die Trip.-Ausbeute d. Deutsch. Tiefsee-Exp. Arch. Prot., Bd. VII, 1906.
— (1906a), Zur Kenntnis der Castanelliden und Porospathiden. Fünfte Mitt. über die Tripyleen der „Valdivia"-Ausbeute. Arch. Prot., Bd. VIII, 1906.
— (1906b), Ueber die Mittel der Formbildung im Radiolarienkörper. Sechste Mitt. etc. Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1906.
— (1906c), Ueber einige große Tiefsee-Radiolarien. Siebente Mitt. über die Radiol. der „Valdivia"-Ausbeute. Zool. Anz., Bd. XXX, 1906.
— (1907), Zur Statik und Entwickelung des Cölographidenskelettes. Achte Mitt. etc. Arch. Prot., Bd. IX, 1907.
— (1907a), Altertümliche Sphärellarien und Cyrtellarien aus großen Meerestiefen. Neunte Mitt. etc. Arch. Prot., Bd. X, 1907.
— (1907b), Ueber Chromosomen und Sporenbildung bei Radiolarien. Zehnte Mitt. etc. Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1907.
HENSEN, V. (1887), Ueber die Bestimmung des Planktons etc. 5. Bericht d. Komm. z. wiss. Unters. d. deutsch. Meere in Kiel f. d. Jahre 1882—1886. Berlin 1887.
HERTWIG, R. (1876), Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig 1876.
— (1879), Der Organismus der Radiolarien. Jena 1879.
— (1898), Ueber Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von Actinosphaerium Eichhorni. München 1898.
— (1907), Lehrbuch der Zoologie, 8. Aufl. Jena 1907.
IMMERMANN, F. (1903), Ueber Fremdkörperskelette bei Aulacanthiden. Zool. Anz., Bd. XXVII, 1903.
— (1904), Die Tripyleen-Familie der Aulacanthiden der Plankton-Expedition. Erg. d. Plankt.-Exp., Bd. III, L. h. Kiel u. Leipzig 1904.
JÖRGENSEN, E. (1900), Protophyten und Protozoen im Plankton der norwegischen Westküste. Berg. Mus. Aarbog 1899, Vol. VI, 1900.
— (1905), The Protist plankton and the Diatoms in Bottom samples, in: O. NORDGAARD, Hydrographical and biological investigations in Norwegian fjords. Bergen 1905.
KARAWAJEW, W. (1895), Beobachtungen über die Struktur und Vermehrung von Aulacantha scolymantha HAECK. Zool. Anz., Jahrg. 18, 1895.
LANG, A. (1901), Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. 2. Aufl., 2. Lief.: Protozoa. Jena.
LÉGER, L. (1904), La réproduction sexuée chez les Stylorhynchus. Arch. Prot., Bd. III, 1904.
LO BIANCO, S. (1903), Le pesce abissali eseguite da F. A. KRUPP col Yacht „Puritan" nelle adiacenze di Capri ed in altre località del Mediterraneo. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. XVI, 1903.
LOHMANN, H. (1899), Untersuchungen über den Auftrieb der Straße von Messina, mit besonderer Berücksichtigung der Appendicularien und Challengerien. Sitz.-Ber. preuß. Akad. Wiss., 1899.
MEISENHEIMER, J. (1905), Pteropoda. Wiss. Erg. deutsch. Tiefsee-Exp., Bd. IX, 1905.
MÖBIUS, K. (1887), Systematische Darstellung der Tiere des Planktons etc. 5. Ber. d. Komm. z. wiss. Unters. d. deutsch. Meere. Berlin 1887.
MURRAY, JOHN (1876), Preliminary reports on work done on board the „Challenger". Proc. R. Soc. Lond., Vol. XXIV, 1876.
— (1879), Briefliche Mitteilung an HAECKEL. Vergl. Rep., p. 1523.
— (1885), Narrative on the cruise of H. M. S. „Challenger". Chall. Rep., V. I, 1885.
NEUMAYR, M. (1889), Die Stämme des Tierreiches. Wirbellose Tiere. Bd. I, Wien u. Prag, 1889.
POPOFSKY, A. (1904), Die Acantharia der Plankton-Expedition. Teil I. Acantharia. Erg. Plankt.-Exp., Bd. III, L. f. a. 1904.
PRANDTL, H. (1905), Reduktion und Karyogamie bei Infusorien. Biol. Centralbl., Bd. XXV, 1905.
PROWAZEK, S. (1904), Die Entwickelung von Herpetomonas etc. Arb. Gesundheitsamt, Bd. XX, 1904.
— (1905), Studien über Säugetiertrypanosomen. Ebenda, Bd. XXII, 1905.

Rothpletz (1880), Radiolarien, Diatomaceen und Sphärosomatiten im silurischen Kieselschiefer von Langenstriegis in Sachsen. Zeitschr. Geol. Ges., Bd. XXXII, 1880.
Rüst, W. (1885), Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura. Paläontogr., Bd. XXXI, 1885.
Schaudinn, F. (1895), Ueber die Teilung von Amoeba binucleata Gruber. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde Berlin, 1895.
— (1903), Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. Gesundheitsamt, Bd. XIX, 1903.
— (1904), Generations- und Wirtswechsel bei Trypanosoma und Spirochaete. Arb. Gesundheitsamt, Bd. XX, 1904.
— (1905), Neue Forschungen über die Befruchtung bei Protozoen. Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1905.
Schewiakoff, W. (1902), Beiträge zur Kenntnis der Radiolaria-Acanthometrea. Mém. Ac. Imp. Sci. St.-Pétersbourg, VIII. Sér., T. XII, 1902.
Schröder, O. (1906), Neue Protozoen der deutschen Südpolar-Expedition. Zool. Anz., Bd. XXX, 1906.
— (1906a), Neue Radiolarien (Cytocladus gracilis und Cytocladus major) der deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. Deutsche Südp.-Exp., Bd. IX, 1906.
— (1906b) Eine neue Cytocladusart (Cytocladus spinosus). Zool. Anz., Bd. XXX, 1906.
— (1907), Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Myxosporidia, Sphaeromyxa labrazesi (Laveran et Mesnil). Arch. Prot., Bd. IX, 1907.
Stöhr, E. (1880), Die Radiolarien-Fauna der Tripoli-Fauna von Grotte (Provinz Girgenti in Sizilien). Palaeontogr., Bd. XXVI, 1880.
Vanhoeffen, E. (1897), Das Plankton des Karajak-Fjordes. Grönland-Exp. d. Gesellsch. f. Erdk. 1891—1893, Bd. II, 1897.
*Wallich, G. C. (1862), The north atlantic sea-bed. London 1862.
*— (1869), On some undescribed testaceous rhizopods from the north atlantic deposits. Monthly micr. Journ. Vol. I, 1869.
Woltereck, R. (1904), Ueber die Entwickelung der Velella aus einer in der Tiefe vorkommenden Larve. Erste Mitteilung über die Tiefenplanktonfänge der Zoologischen Station in Villefranche s. m. Zool. Jahrb., Suppl. VII (Festschr. f. Weismann) 1904.
Zittel, K. A. (1876), Ueber einige fossile Radiolarien aus der Norddeutschen Kreide. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., Bd. XXVIII, 1876.

Namenregister zum Systematischen Teil.

Druckfehlerverzeichnis.

S. 1, Zeile 4 von oben. In einem kleinen Teil der Auflage ist „0,5—1 mm“ statt „0,5—1 cm“ stehen geblieben. Im größten Teil der Auflage wurde die genauere Zahl „0,5—0,8 cm“ eingesetzt.

S. 13, Zeile 16 von oben. Lies: σπάϑη statt σπάδη.

S. 71, Zeile 14 von oben. Bei Aulographonium polystylum fehlt die Fundortsangabe: T. St. 268 (Nördl. Indik, V).

S. 84, Zeile 15 von oben. Es fehlt die Angabe des Durchmessers von Aulospathis variabilis: 3,5—8 mm.

S. 89, Zeile 24 von oben. Lies: antarcticum statt antarticum.

S. 192, Zeile 10 von unten. Lies: 224 statt 234.

S. 194, Zeile 1 von oben. Ebenso.

S. 216, Zeile 5 von unten. Ebenso.

S. 233, Zeile 2 u. 11 von unten. Ebenso.

S. 304, Zeile 11 u. 12 von unten. Lies hinter Atlanticelliden, bezw. *Atlanticella*: (1905a) statt (1905).

S. 380, Zeile 20 von oben. Lies: pygmaea statt pymaea.

Tafelerklärung zu Taf. XXX: Die „Berichtigung“ hat keine Gültigkeit, da auf der Tafel die betreffende Korrektur („224“ statt „234“) noch angebracht werden konnte.

Tafelerklärung zu Taf. LVIII, Fig. 456. Lies: „deren Bulbi“ statt „während die Bulbi noch“.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. 3429.

Tafel LXIII.

Tafel LXIII.

Coelodendridae.

Fig. 488. *Coelodendrum ramosissimum* HAECKEL. T.-St. 49. Vergr. 102.

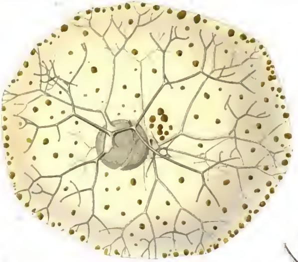
„ 489. „ *flabellatum* HAECKEL. T.-St. 44. Farbe der Centralkapsel und des Phäodiums nach einer an Bord der „Valdivia" angefertigten Skizze. Vergr. 57.

„ 490. „ *lappaceum* HAECKEL. T.-St. 73. Vergr. 460.

„ 491. *Coelodiceras spinosum* n. gen. n. sp. Vergr. 460.

Zeichenerklärung. *n* Nasaldendrit, *pn* Postnasaldendrit, *ap* Apicaldendrit, *ab* Aboraldendrit, *hs* Hauptseitendendrit.

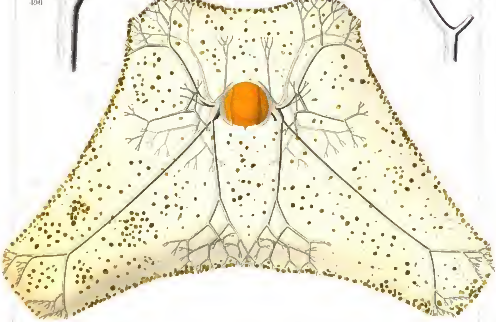
488



490



489



491



Taf. LXIII. Coelodendridae

488 *Coelodendrum ramosissimum* 489 *Coelodendrum flabellatum*

490 *Coelodendrum lappaceum* 491 *Coelodiceras spinosum n. gen. n. sp.*

Tafel LXIV.

Tafel LXIV.

Coelodendridae.

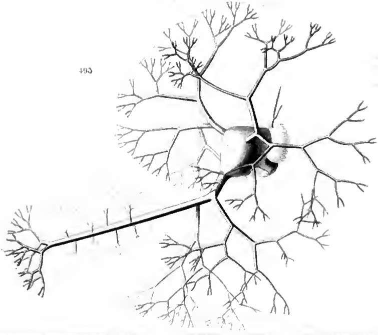
Fig. 492. *Coelechinus wapiticornis* n. gen. n. sp. Antarktis. Vergr. 110.
„ 493. *Coelodiceras spinosum* n. gen. n. sp. T.-St. 174. Vergr. 110.

Zeichenerklärung. *n* Nasaldendrit, *ab* Aboraldendrit, *hs* Hauptseitendendrit.

492



493



Taf. LXIV. Coelodendridae.

492. Coelechinus wapiticornis n. gen. n. sp.

493. Coelodiceras spinosum n. gen. n. sp.

Tafel LXV.

Tafel LXV.

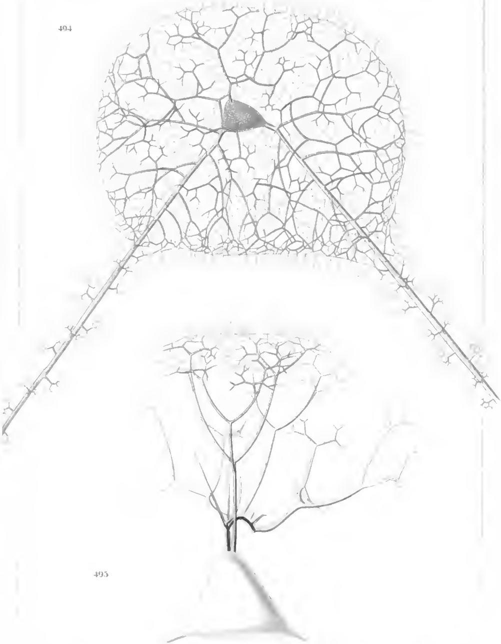
Coelodendridae.

Fig. 494. *Coelothyrsus cypripedium* n. gen. n. sp. Eine Schalenhälfte in Apicalansicht. T.-St. 215. Vergr. 45.

„ 495. „ „ „ „ „ „ Galea und Aboralstacheln. T.-St. 91. Vergr. 102.

494

495



Taf. LXV. Coelodendridae.
494, 495. Coelothyrsus cypripedium n. gen. n. sp.

Tafel LXVI.

Tafel LXVI.

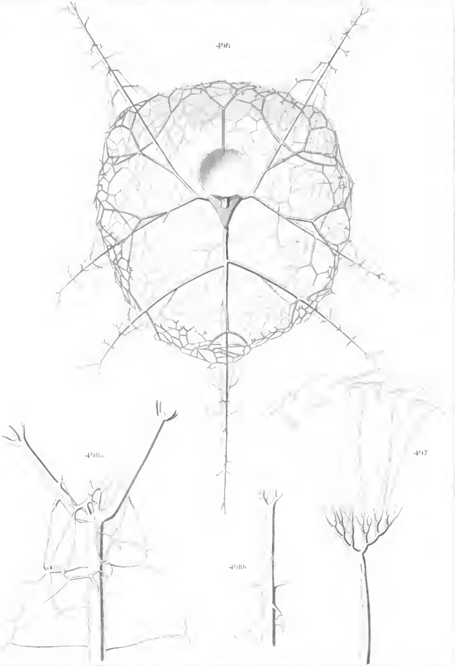
Coelodendridae.

Fig. 496. *Coeloplegma murrayanum* HAECKEL. T.-St. 10. Vergr. 81.

„ 497. *Coelodiceras spinosum* n. gen. n. sp. T.-St. 174. Vergr. 320.

„ 498. *Coelographis regina* HAECKEL. a) Abnormer Hauptseitenstachel mit doppelter Terminalbildung. b) Normaler Hauptseitenstachel von demselben Individuum. T.-St. 49. Vergr. 140.

Zeichenerklärung. *n* Nasalgriffel, *n'* sekundärer Nasalgriffel, *hs'* sekundärer Hauptseitengriffel, *hs* Hauptseitengriffel.



Taf. LXVI. Coelodendridae.
496 Coeloplegma murrayanum. 497 Coelodiceras spinosum n. gen. n. sp.
498 Coelographis regina.

Tafel LXVII.

Tafel LXVII.

Coelodendridae.

Fig. 499. *Coelotetraceras xanthacanthum* n. gen. n. sp. T.-St. 54. Vergr. 50. Galea von der Nasalseite mit den 2 Hauptseitengriffeln. Hinter der Galea ragen die beiden Hauptäste des Aboraldendriten hervor.

„ 500. *Coelographis antarctica* n. sp. T.-St. 149. Vergr. 310.

„ 501. *Coelodecas pygmaea* n. sp. T.-St. 115 (links) und 218 (rechts). Vergr. 310.

„ 502. „ *furcata* n. sp. T.-St. 86. Vergr. 310.

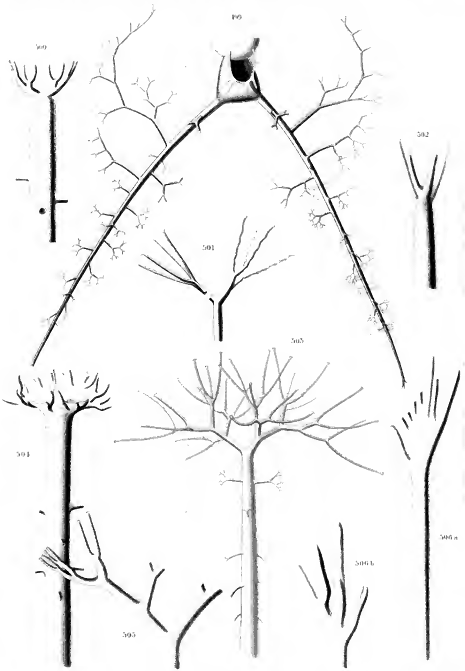
„ 503. „ *ambulacrum* n. sp. T.-St. 149. Vergr. 210.

„ 504. *Coelographis coronata* n. sp. T.-St. 44. Vergr. 310.

„ 505. *Coelodecas decastyla* Haeckel. T.-St. 32. Vergr. 310.

„ 506. *Coelographis palmata* n. sp. T.-St. 86. Vergr. 310.

Zeichenerklärung. *hs* Hauptseitengriffel, *ab* Sekundärast des Aboraldendriten.



Taf. LXVII. Coelodendridae.
499 Coelotetraceras xanthacanthum n. gen. n. sp. 500 Coelographis antarctica n. sp.
501 Coelodecas pygmaea n. sp. 502 C. furcata n. sp. 503 C. ambulacrum n. sp.
504 Coelographis coronata n. sp. 505 Coelodecas decastyla. 506 Coelographis palmata n. sp.

Tafel LXVIII.

Tafel LXVIII.

Coelodendridae.

Fig. 507. *Coelanthemum aulocerroides* n. gen. n. sp. T.-St. 268. Vergr. 110.

„ 508. *Coelodendrum ramosissimum* HAECKEL. Galea eines kleinen Exemplares von der Aboralseite, mit den arkadenähnlich angeordneten Basalporen. Vergr. 460.

„ 509. „ „ „ Galea eines größeren Exemplares von der Aboralseite, mit arkadenähnlich angeordneten Basalporen. Vergr. 460.

„ 510. „ „ „ Galea von der Oralseite: durch die weite Nasenöffnung hindurch sind die Basalporen der Aboralseite zu sehen. Vergr. 460.

Zeichenerklärung. *n* Nasaldendrit, *pn* Postnasaldendrit, *hs* Hauptseitendendrit.



Taf. LXVIII. Coelodendridae.
507 Coelanthemum anthoceroides n. gen. n. sp. 508–510 Coelodendrum ramosissimum.

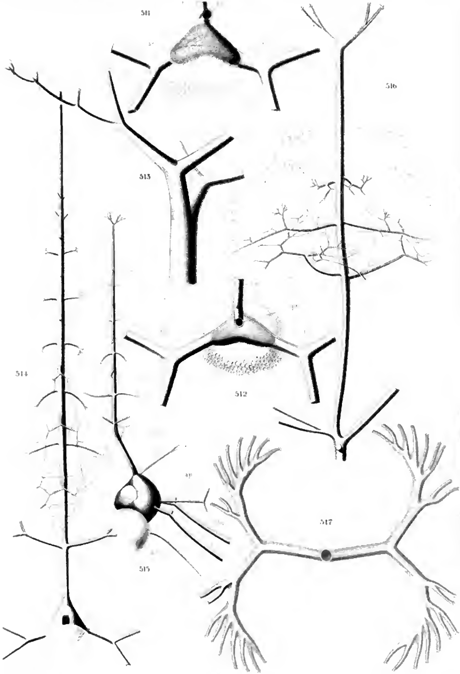
Tafel LXIX.

Tafel LXIX.

Coelodendridae.

Fig. 511. *Coelodendrum furcatissimum* HAECKEL. Galea von der Aboralseite. Vergr. 150.
" 512. " " " Galea von der Apikalseite. Vergr. 150.
" 513. *Coelodecas pentagona* HAECKEL. T.-St. 235. Vergr. 310.
" 514. *Coelographis acuta* n. sp. T.-St. 85. Vergr. 102.
" 515. " *pusilla* n. sp. T.-St. 236. Vergr. 102.
" 516. *Coelanthemum auloceroides* n. gen. n. sp. T.-St. 268. Vergr. 258.
" 517. *Coelodendrum flabellatum* HAECKEL. T.-St. 236. Vergr. 150. Geweihartige Endbildungen eines Postnasaldendriten. Die 4 Geweihe liegen bei diesem Exemplar, abgesehen von den letzten Endsprossen, in einer und derselben Ebene.

Zeichenerklärung. *n* Nasalröhre, *pn* Postnasalröhre, *ap* Apicalröhre, *hs* Hauptseitenröhre, *ab* Aboralröhre.



Taf. LXIX. Coelodendridae.

511, 512 *Coelodendrum furcatissimum* 513 *Coelodecas pentagona* 514 *Coelographis acuta* n. sp. 515 *C. pusilla* n. sp. 516 *Coelanthemum aulaceroides* n. gen. n. sp. 517 *Coelodendrum flabellatum*

Tafel LXX.

Tafel LXX.

Coelodendridae.

Fig. 518. *Coelechinus wapiticornis* n. g. n. sp. Galea von der Oralseite (Nasalseite). Die Nasenöffnung ist von einer breiten Krempe umgeben, welche sich in die beiden Frenula fortsetzt. Die Hauptseitendendriten spalten sich in drei Aeste. Vergr. 150.

„ 519. Galea derselben Art von der Stirnkante gesehen. Vergr. 150.

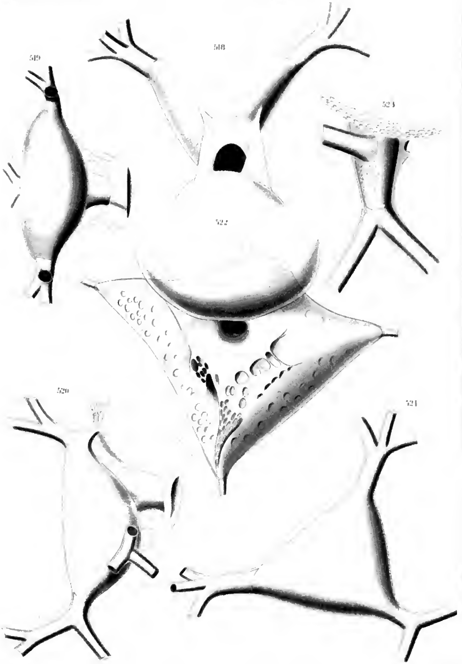
„ 520. Galea derselben Art, schräg von der Seite gesehen. Vergr. 150.

„ 521. Galea derselben Art von der Aboralseite. Vergr. 150.

„ 522. Galea von *Coelodrymus lanceolatus* n. sp. von der Oralseite. T.-St. 54. Vergr. 150.

„ 523. Galea von *Coelodendrum spinosissimum* HAECKEL in Seitenansicht. T.-St. 217. Vergr. 460.

Zeichenerklärung. *n* Nasaldendrit, *pn* Postnasaldendrit, *hs* Hauptseitendendrit, *ab* Aboraldendrit.



Taf. LXX. Coelodendridae.
518–521 Coelechinus wapiticornis n. gen. n. sp. 522 Coelodrymus lanceolatus n. sp. 523 Coelodendrum spinosissimum.

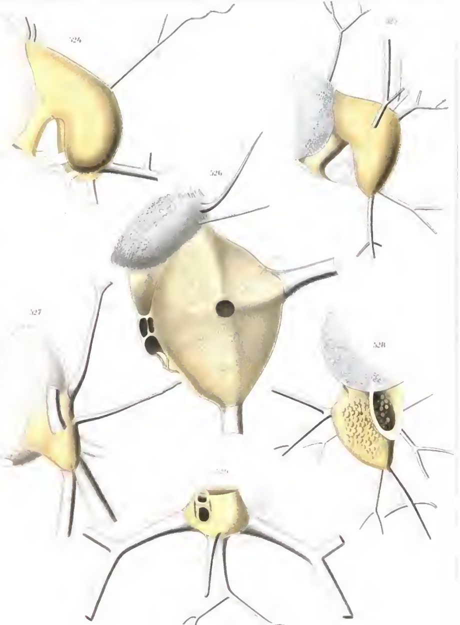
Tafel LXXI.

Tafel LXXI.

Coelodendridae.

Fig. 524. *Coelothyrsus cypripedium* n. gen. n. sp. T.-St. 88. Vergr. 150. Galea von der Seite.
„ 525. *Coelographis antarctica* n. sp. T.-St. 149. Vergr. 102. Galea von der Seite.
„ 526. *Coelodiceras macropylum* n. gen. n. sp. T.-St. 218. Vergr. 150. Galea schräg von der Aboralseite.
„ 527. *Coelodendrum flabellatum* HAECKEL. T.-St. 44. Vergr. 150. Galea von der Seite.
„ 528. *Coelodecas pumilio* n. sp. T.-St. 268. Vergr. 150. Galea schräg von der Oralseite.
„ 529. *Coelodendrum flabellatum* HAECKEL. T.-St. 64. Vergr. 150. Galea von der Apicalseite.

Zeichenerklärung. *n* Nasalröhre, *pn* Postnasalröhre, *ap* Apicalröhre, *pab* Praeaboralröhre, *ab* Aboralröhre, *hs* Hauptseitenröhre.



Taf. LXXI. Coelodendridae.

524 Coelothyrsus cypripedium n. gen. n. sp. 525 Coelographis antarctica n. sp.
526 Coelodiceras macropylum n. gen. n. sp. 527. 529 Coelodendrum flabellatum. 528 Coelodiceras pumilum n. sp.

Tafel LXXII.

Tafel LXXII.

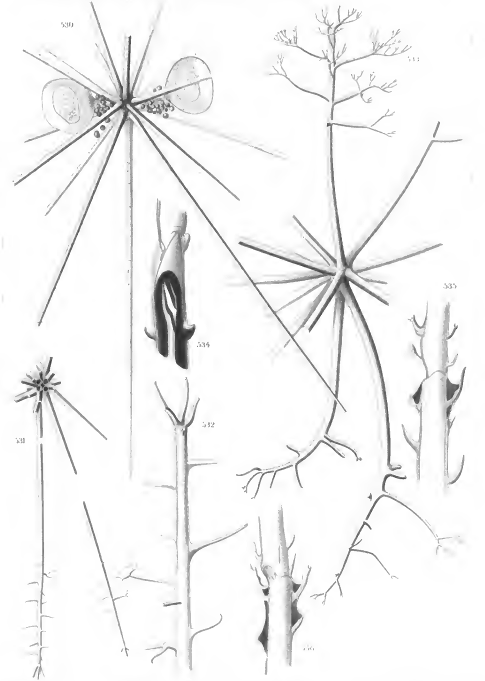
Astracanthidae n. fam.

Fig. 530. *Astracantha paradoxa* n. gen. n. sp. T.-St. 268. Vergr. 70. Der untere Stachel ist in der Zeichnung unrichtig eingefügt.

„ 531—532. *Astracantha heteracanthoides* n. gen. n. sp. T.-St. 85. Vergr. 70 u. 210.

„ 533. *Astracantha umbellifera* n. gen. n. sp. T.-St. 218. Vergr. 70.

„ 534—536. *Astracantha paradoxa* n. gen. n. sp. Drei Stacheln eines Exemplares aus T.-St. 236 mit Wachstumsanomalien. Der Stachel Fig. 534 enthält eine Luftblase. Vergr. 460.



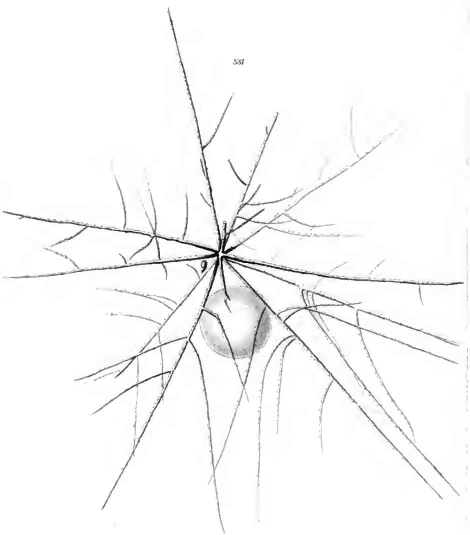
Taf. LXXII. Astracanthidae.
530, 534–536. Astracantha paradoxa n. sp.
531, 532. A. heteracanthoides n. sp. 533. A. umbellifera n. sp.

Tafel LXXIII.

Tafel LXXIII.

Thalassothamnidae n. fam.

Fig. 537. *Thalassothamnus genista* n. gen. n. sp. T.-St. 190. Vergr. 26.



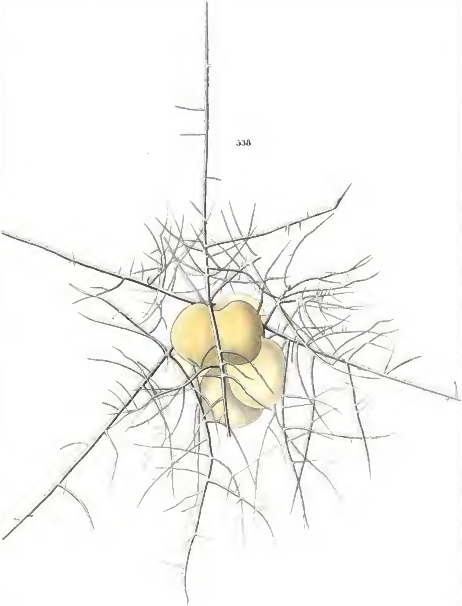
Taf. LXXIII. Thalassothamnidae.
537 Thalassothamnus genista n. sp.

Tafel LXXIV.

Tafel LXXIV.

Thalassothamnidae n. fam.

Fig. 538. *Thalassothamnus ramosus* n. gen. n. sp. T.-St. 139. Vergr. 45.



538

Taf. LXXIV Thalassothamnidae
538 Thalassothamnus ramosus n. sp.

Tafel LXXV.

Tafel LXXV.

Thalassothamnidae n. fam.

Fig. 539. *Cytocladus tricladus* n. sp. T.-St. 215. Vergr. 37. Die Farbe der Centralkapsel ist nach Fig. 540 ergänzt.

„ 540. *Cytocladus* sp. Kopie einer an Bord der „Valdivia" von Prof. CHUN angefertigten Skizze mit der Bemerkung: „5. Dez. 98. P. 139. Etwa 1 cm lang, kons. Sublimat, natürliche Färbung. Offenbar große Radiolarie mit verästelter Centralkapsel."

540



539



Taf. LXXV. Thalassothamnidae.
539 Cytocladus tricladus n. sp. 540 Cytocladus sp.

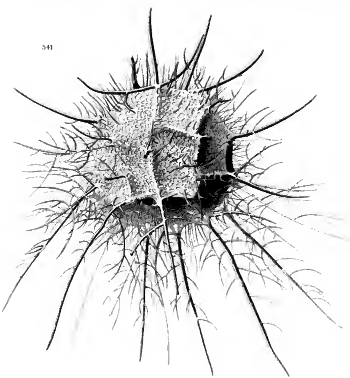
Tafel LXXVI.

Tafel LXXVI.

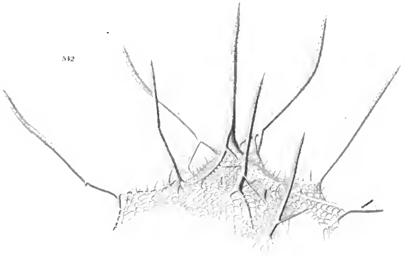
Orosphaeridae.

Fig. 541. *Oroscena regalis* BORGERT. Derbstacheliger Typus. T.-St. 32. Vergr. 36.
„ 542. „ „ „ Derbstacheliger Typus. Apicalstacheln. T.-St. 90. Vergr. 70.

541



542



Taf. LXXVI. Orosphaeridae.
541, 542 Oroscena regalis.

Tafel LXXVII.

Tafel LXXVII.

Thalassothamnidae. Orosphaeridae.

Fig. 543. Schnitt durch die Centralkapsel von *Thalassothamnus genista* n. sp. *a*, *b* „schaumige Ballen", *c* Konkretion. Vergr. 410.

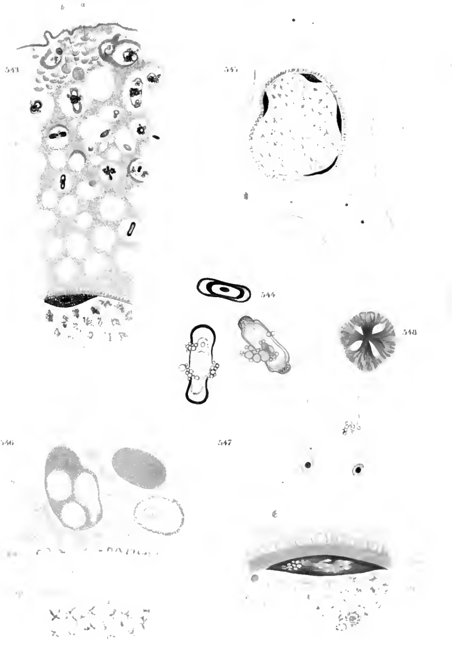
„ 544. Konkretionen desselben Exemplares, vergrößert. Vergr. 1630.

„ 545. *Cytocladus spinosus* O. SCHRÖDER. Centraler Teil einer älteren Centralkapsel mit Kern. Vergr. 210.

„ 546. Teil einer jüngeren Centralkapsel von *Cytocladus spinosus* O. SCHR. *b* „schaumige Ballen", *km* Kernmembran, *kp* Kernplasma. Vergr. 930.

„ 547. Teil einer älteren Centralkapsel von *Cytocladus spinosus* O. SCHR. *c* Konkretionen, *km* Kernmembran, *n* Nukleolen, *chr* Chromosomenbläschen. Vergr. 930.

„ 548. Konkretion von *Oroscena regalis* BORGERT. T.-St. 89. Vergr. 1630.



Taf. LXXVII Thalassothamnidae. Orosphaeridae.
543. 544 Thalassothamnus genista n. sp.
545–547 Cytocladus spinosus. 548 Oroscena regalis.

Tafel LXXVIII.

Tafel LXXVIII.

Orosphaeridae. *Oroscena regalis* Borgert.

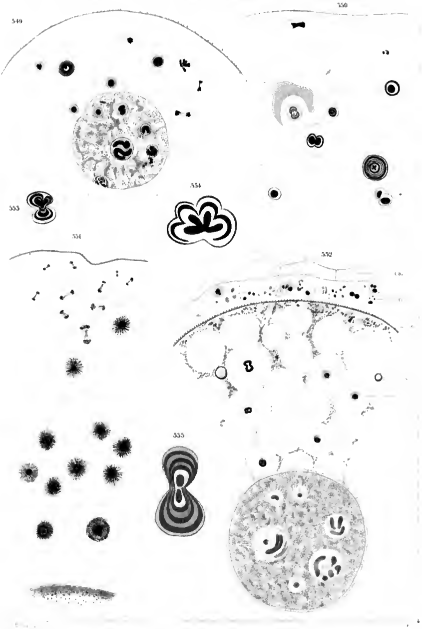
Fig. 549. Junge, 0,3 mm große Centralkapsel mit Primärkern. T.-St. 85. Vergr. 370. In der intrakapsulären Sarkode konzentrisch geschichtete, biskuit- und fächerförmige Konkretionen. Im Primärkern neu gebildete *(a)*, einschleifige *(b)* und mehrschleifige *(c)* Chromosomenbläschen.

" 550. Jüngere Centralkapsel mit „schaumigen Ballen“ *(b)* und mit meist konzentrisch geschichteten Konkretionen. T.-St. 54. Kons.: Subl. Vergr. 930.

" 551. Jüngere Centralkapsel, in der Peripherie mit kleinen hantelförmigen, in den centralen Teilen mit großen sonnenförmigen Konkretionen. T.-St. 170. Vergr. 930. Kons.: Durchmesser der Centralkapsel 0,5 mm.

" 552. Aeltere Centralkapsel (Durchmesser 0,75, Durchmesser des Kernes 0,2 mm) mit Konkretionen *(c)* und mit (gelb gehaltenen) Oelkugeln *(ö)*. Primärkern mit dicker Membran und mit mehreren mehrschleifigen Chromosomenbläschen. Außerhalb der Centralkapselmembran *(cm)* der „Pseudopodienmutterboden“ mit den Phäodellen *(ph)* und das Wabenwerk des Calymmas *(cal)*. T.-St. 268. Kons.: CrOsEss. Vergr. 370.

" 553—555. Hantelförmige und mehrlappige (stiefmütterchenähnliche) Konkretionen. Vergr. 1630.



Taf LXXVIII Orosphaeridae
549 555 Oroscena regalis

Tafel LXXIX.

Tafel LXXIX.

Orosphaeridae. *Oroscena regalis* BORGERT.

Fig. 556. Stück aus einem Kern mit zwei mehrschleifigen Chromosomenbläschen und mit Einzelknäueln. T.-St. 90. Kons.: Subl. Vergr. 930.

" 557. Oberflächenansicht eines älteren gelappten Kernes mit „Randscheiben". Durchmesser der Centralkapsel 1,1 mm, des Kernes 0,4 mm. T.-St. 268. Kons.: CrOsEss. Vergr. 166.

" 558. Stück eines Kernes mit neu gebildeten Chromosomenbläschen *(a)*. Vergr. 930.

" 559. Einzelne einschleifige Chromosomenbläschen. Vergr. 930.

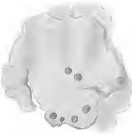
" 560. „Einzelknäuel" aus dem Stadium der Fig. 561. Vergr. 930.

" 561. Zweikerniges Stadium. Jeder Kern ist von einer Zone von Neuplasma umgeben und enthält außer dem an vielen Stellen zu Einzelknäueln verdichteten Fadenwerk (vergl. Fig. 560) zwei schaumige nukleolenartige Binnenkörper. T.-St. 50. Kons.: FLEMMING. Vergr. 180.

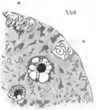
556



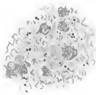
557



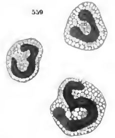
558



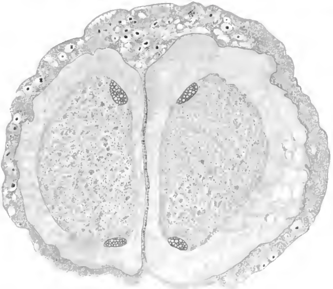
560



559



561



Taf. LXXIX. Orosphaeridae.
556–561 Oroscena regalis.

Tafel LXXX.

Tafel LXXX.

Orosphaeridae. *Oroscena regalis.*

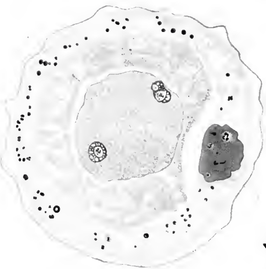
Fig. 562. Differenzierungsstadium. *d* Dauerkern, *g* der von einer Neoplasma-Schicht umgebene Geschlechtskern. T.-St. 54. Kons.: Subl. Vergr. 180.

„ 563. Aelterer Kern (Dauerkern eines Differenzierungsstadiums), die Verschmelzung der einschleifigen Chromosomenbläschen mit den vielschleifigen zeigend. T.-St. 215. Kons.: Subl. Vergr. 370.

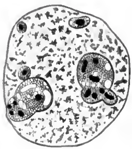
„ 564a und b. Mehrschleifiges Chromosomenbläschen, auf zwei Schnitte verteilt, aus einer sehr alten Centralkapsel (Durchmesser 1,1 mm, Kerndurchmesser 0,4 mm). In 564a sind die Schleifen quer getroffen. T.-St. 268. Kons.: CrOsEss. Vergr. 930.

„ 565a und b. Fünfkerniges Stadium nach zwei Schnitten. *d* Dauerkern. g^I—g^V Geschlechtskerne. T.-St. 215. Kons.: Subl.-Alk. Vergr. 370.

562



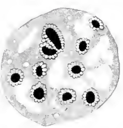
563



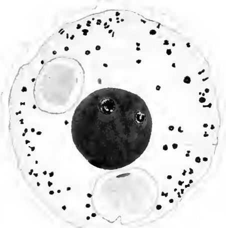
565 b



564 a



565 a



564 b



Taf. LXXX Orosphaeridae
562–565 Oroscena regalis

Tafel LXXXI.

Tafel LXXXI.

Tafel LXXXI.

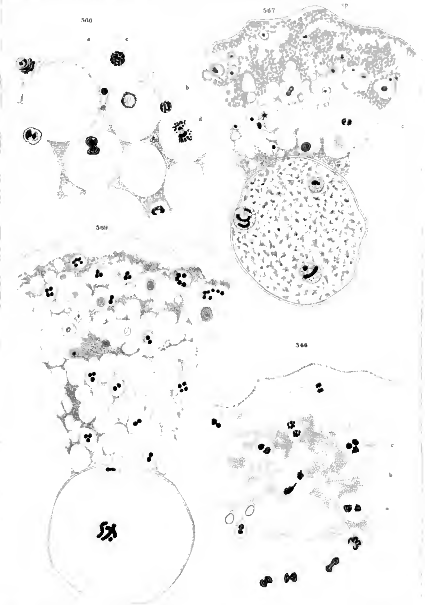
Orosphaeridae. *Oroscena regalis.*

Fig. 566. Desintegrationsstadium. *a—d* Einzelknäuel = Sporenmutterkerne, zum Teil Konkretionen umschließend. T.-St. 215. Cons.: Subl.-Alk. Vergr. 1010.

„ 567. Erste Teilungen der Sporenmutterkerne (*sp.*). *c* Konkretionen. T.-St. 215. Kons.: CrOsEss. Vergr. 210.

„ 568. Dasselbe Stadium bei stärkerer Vergrößerung. Bei *a* Prophasen des zweiten Teilungsschrittes mit körnchenförmigen Chromosomen, bei *b* pseudoamitosenähnliche Telophase, bei *c* dreikerniges Stadium. T.-St. 215. Kons.: CrOsEss. Vergr. 930.

„ 569. Späteres Teilungsstadium. T.-St. 120. Kons.: Subl. Vergr. 370.



Taf. LXXXI. Orosphaeridae
566–569 Oroscena regalis

Tafel LXXXII.

Tafel LXXXII.

Orosphaeridae. ***Oroscena regalis.***

Fig. 570. Mehrschleifiges Chromosombläschen aus einem älteren Primärkern (Durchmesser der Centralkapsel 0,95, des Kernes 0,2 mm). T.-St. 213. Cons.: CrOsEss. Vergr. 930.

„ 571. Sporenbildungsstadium (Durchmesser der Centralkapsel 1,05, des Kernes 0,2 mm). T.-St. 112. Kons.: Subl. Vergr. 280.

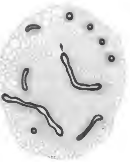
„ 572. Gruppe von Sporenkernen, zum Teil in Telophase (Durchmesser der Centralkapsel 1,1, des Kernes 0,27 mm). T.-St. 91. Kons.: CrOsEss. Vergr. 1010.

„ 573. Nester von Sporenkernen aus demselben Präparat wie Fig. 571. Vergr. 1010.

571

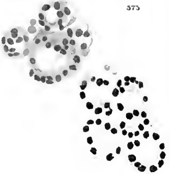


570





573



572



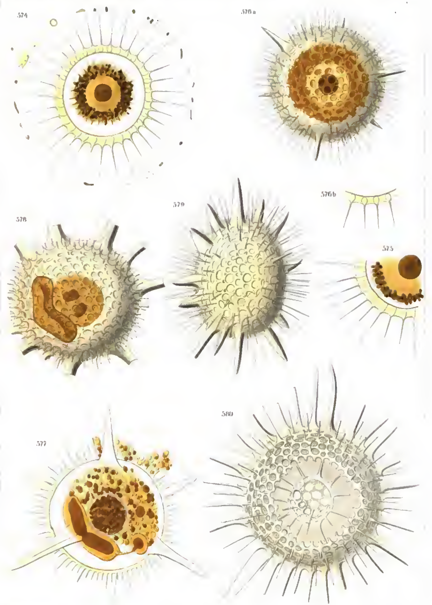
Taf. LXXXII. Orosphaeridae.
571 – 573 Oroscena regalis.

Tafel LXXXIII.

Tafel LXXXIII.

Sphaerellaria.

Fig. 574. *Acanthosphaera hirsutissima* n. sp. T.-St. 16. Vergr. 400.
" 575. " " " " T.-St. 66. Vergr. 400.
" 576. *Hexacontium pachydermum* JÖRGENSEN. T.-St. 228. a bei gleicher Vergrößerung (400), wie die übrigen Figuren. b Schalendurchschnitt bei stärkerer Vergrößerung.
" 577. *Hexacontium* sp. T.-St. 175. Vergr. 400.
" 578. *Heliodiscus asteriscoides* n. sp. T.-St. 88. Vergr. 400.
" 579. " " " " T.-St. 229. Vergr. 400.
" 580. " " " " T.-St. 227. Vergr. 400.



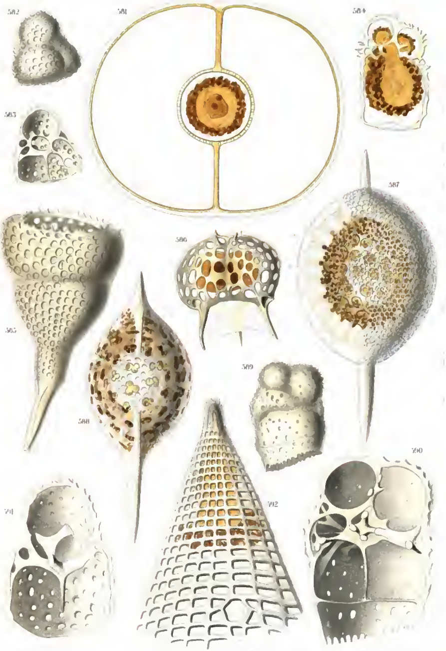
Taf. LXXXIII Sphaerellaria
574, 575 Acanthosphaera hirsutissima n. sp. 576 Hexacontium pachydermum Jørgensen
577 Hexacontium sp. 578–580 Heliodiscus asteriscoides n. sp.

Tafel LXXXIV.

Tafel LXXXIV.

Sphaerellaria. Cyrtellaria.

Fig. 581. *Saturnalis aureolatus* n. sp. T.-St. 268. Vergr. 400.
„ 582. *Peromelissa denticulata* (Ehrenberg). T.-St. 147. Vergr. 400.
„ 583. „ „ „ Dasselbe Exemplar im optischen Durchschnitt. Vergr. 400.
„ 584. *Saccospyris antarctica* n. gen. n. sp., var. *quadripartita*. T.-St. 147. Vergr. 400.
„ 585. *Lamprocyclas intermedia* n. sp. T. St. 66. Vergr. 400.
„ 586. *Triceraspyris antarctica* n. sp. T.-St. 147. Vergr. 400.
„ 587. *Ellipsoxiphium palliatum* Haeckel. T.-St. 227. Vergr. 400. Links im optischen Durchschnitt (a sekundäre, äußere, b primäre Rindenschale), rechts in Oberflächenansicht.
„ 588. *Xiphatractus radiosus* (Ehrenberg). T.-St. 237. Vergr. 400. Schaleninhalt: Schlamm.
„ 589. *Saccospyris antarctica* n. gen. n. sp., var. *quinquepartita*. T.-St. 147. Vergr. 400.
„ 590. „ „ „ „ „ „ „ T.-St. 147. Vergr. 700.
„ 591. *Peromelissa denticulata* (Ehrenberg). T.-St. 147. Vergr. 700.
„ 592. *Plectopyramis polypleura* Haeckel. T.-St. 229. Vergr. 400.



Taf. LXXXIV. Sphaerellaria, Cyrtellaria.

581 Saturnalis aureolatus n. sp. 582, 583 Peromelissa denticulata Ehrenberg

584 Sarcospyris antarctica n. gen. n. sp. var. quadripartita 585 Lampocyclas intermedia n. sp.

586 Triceraspyris antarctica n. sp. 587 Ellipsoxiphium palliatum Haeckel 588 Xiphatractus radiosus Ehrenberg

589, 590 Sarcospyris antarctica n. gen. n. sp. var. quinquepartita 591 Peromelissa denticulata Ehrenberg 592 Plectopyramis polypleura Haeckel

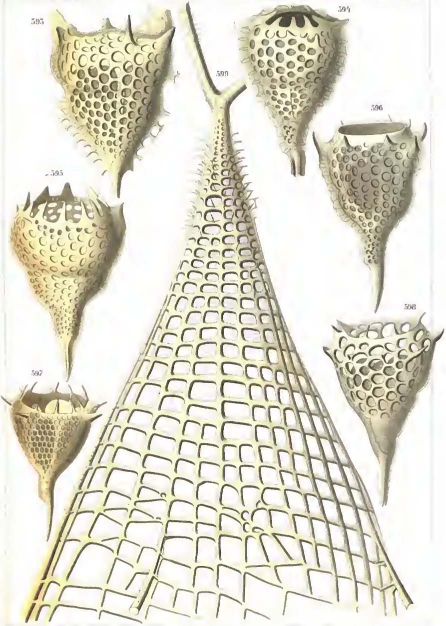
Tafel LXXXV.

Tafel LXXXV.

Cyrtellaria.

Sämtliche Figuren sind bei 400-facher Vergr. gezeichnet.

Fig. 593. *Hexalodus dendrophorus* n. gen. n. sp. T.-St. 227.
„ 594. *Lamprocyclas maritalis* HAECKEL. T.-St. 268.
„ 595. „ „ „ T.-St. 237.
„ 596. *Craterocyclas robustissima* n. gen. n. sp. T.-St. 227.
„ 597. *Anthocyrtidium biseriale* n. sp. T.-St. 170.
„ 598. *Lamprocyclas dentata* n. sp. T.-St. 121.
„ 599. *Cinclopyramis gigantea* n. sp. T.-St. 55. Sowohl die Apicalstacheln, als der basale Schalenteil sind unvollständig gezeichnet.



Taf LXXXV Cyrtellaria

593 Hexalodus dendrophorus n gen. n sp. 594. 595 Lamprocyclas maritalis Haeckel
596 Craterocyclas robustissima n gen n sp. 597 Anthocyrtidium hexerale n sp.
598 Lamprocyclas dentata n sp. 599 Cortopyramis gigantea n sp.

Tiefsee-Radiolarien.

Allgemeiner Teil.

Form und Formbildung bei den Radiolarien.

Bearbeitet von

Valentin Haecker.

Mit Tafel LXXXVI—LXXXVII und 2 Karten.

Erste Hälfte des Manuskriptes eingegangen den 20. August 1908.

C. Chun.

Seitdem durch die ersten Planktonfänge und durch die ersten mikroskopischen Analysen skelettführender Sedimente die Welt der Radiolarien der Forschung erschlossen worden ist, besonders aber seit dem Erscheinen des großen Tafelwerkes des „Challenger"-Reports, ist es vor allem die geometrisch-regelmäßige Form des Skelettes gewesen, welche bei vielen dieser Organismen als augenfälligstes Merkmal empfunden wurde, und so hat denn nicht bloß die morphogenetische Spekulation, sondern auch die ästhetische und philosophische Naturbetrachtung immer wieder bei diesen Regelmäßigkeiten angeknüpft. Es sei nur an zwei morphologische Theorien erinnert, bei deren Begründung und Verteidigung die Radiolarien eine wichtige Rolle gespielt haben, an die Grundformenlehre HAECKEL's und an die mechanische Gerüstbildungshypothese seines Schülers DREYER, und ebenso möge auf die bekannten bildlichen Zusammenstellungen hingewiesen sein, durch welche, auch wieder von seiten HAECKEL's, Künstler und Laien auf die wunderbaren Skelettstrukturen der Radiolarien aufmerksam gemacht wurden.

Während so hauptsächlich das Rhythmische und Symmetrische im Aufbau dieser Organismen das Interesse fesselte, hat die Forschung vor einem anderen hervorstechenden Charakterzug der Radiolarienwelt, vor ihrem Formenreichtum, wie vor einem großen, unenthüllbaren Mysterium Halt gemacht. In der That sind bis jetzt nur ganz vereinzelte Versuche gemacht worden, die beispiellose Mannigfaltigkeit der Radiolarienformen von einem anderen Gesichtspunkt als von dem der Stammesgeschichte aus verständlich zu machen, und angesichts des Umstandes, daß der außerordentliche Artenreichtum der Radiolarien in absolut keinem rationalem Verhältnis zu der monotonen Beschaffenheit des äußeren Mediums zu stehen scheint, konnte hier sogar die alte Vorstellung von einer schrankenlosen, gleichsam launisch spielenden Gestaltungskraft der Natur einen Rückhalt finden.

HAECKEL freilich hat gerade an dem Formenreichtum der Radiolarien die vergleichend-morphologische Methode stammesgeschichtlicher Forschung zu erproben und so wenigstens eine beschreibend-historische Erklärung dieser Mannigfaltigkeit zu geben versucht, und da in der That viele auf den ersten Blick divergente Radiolariengruppen sich zwanglos in phylogenetischen Reihen zusammenschließen lassen, so hält er die Radiolarien für „phylogenetisch weit interessanter und dankbarer als die meisten übrigen Protozoen", und er meint, daß „die Triumphe, welche die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Radiolarien in der phylogenetischen Erkenntnis dieser Formenreihen liefert, um so bedeutungsvoller sind, als sie auch auf wichtige Fragen der generellen Phylogenie und Descendenztheorie ein helles Licht werfen" (1894, S. 204).

Wir sind heute vielleicht skeptischer geworden bezüglich der Beurteilung der reinen vergleichend-morphologischen Methode und bezüglich der Wertschätzung „phylogenetischer Reihen", solange nicht auch die Paläontologie und Ontogenie ein wirklich ausreichendes Material liefern und solange wir keine Mittel in der Hand haben, verwandtschaftliche Aehnlichkeiten von Konvergenzbildungen mit Sicherheit zu unterscheiden. Jedenfalls sind aber heute, 20 Jahre nach dem Erscheinen des „Challenger"-Reports, die Fragestellungen, mit denen wir an formenreiche Gruppen herantreten, in verschiedener Hinsicht andere geworden; hintereinander und vielfach miteinander verknüpft, sind anatomisch-physiologische, ökologische und entwickelungsmechanische Probleme in den Vordergrund des Interesses gerückt, und so möchten wir jetzt vor allem die Frage der Lösung näherbringen, welche biologische Bedeutung ein solcher Formenreichtum hat und durch welche Faktoren die Formen in der Ontogenese bestimmt und zur Entfaltung gebracht und in der Phylogenese erhalten und abgeändert werden.

Nach allen diesen Richtungen hin ist aber die Formenwelt der Radiolarien, wenn wir von Dreyer's rein hypothetischem Versuche absehen, bis jetzt ein nahezu vollkommen jungfräuliches Gebiet gewesen, und so sehen wir z. B., daß Arnold Lang, der in seinem Lehrbuch eine hoch specialisierte Cölodendride *(Coelospathis ancorata)* als Beispiel eines in seinem Skelettbau äußerst komplizierten einzelligen Wesens in genauer Beschreibung vorführt, keinerlei Versuche macht, die Strukturen biologisch zu deuten, und mit einer gewissen Resignation die Worte hinzufügt: „Ein Organismus, wie der beschriebene, ist gewiß wunderbar kompliziert, wenn man bedenkt, daß er nur eine einzige Zelle darstellt. Doch hält die physiologische Vervollkommnung lange nicht gleichen Schritt mit der morphologischen Komplikation, die für uns zum größten Teil noch unverständlich ist."

Es schien mir verlockend zu sein, die reiche Radiolarien-Ausbeute der „Valdivia" im Sinne einer erweiterten Formenlehre so gut wie möglich auszuwerten und, soweit es am toten Material, ohne das Hilfsmittel des Experimentes, und nur unter ausgiebiger Heranziehung der reichlich vorhandenen teratologischen Daten möglich ist, auch an die Behandlung einiger formphysiologischer Fragen heranzutreten. Vom Boden der reinen Experimentalforschung aus mögen die Methoden und das Erreichte als unzulänglich angesehen werden, es scheint mir aber angebracht zu sein, in ein unbebautes Gebiet lieber auf einem vorläufigen und unvollkommenen Wege, als überhaupt nicht einzudringen.

Einige Ergebnisse, zu welchen ich bald nach der Inangriffnahme der Arbeit bezüglich der biologischen Bedeutung einiger feinerer Skelettstrukturen gelangt war, haben von Anfang an der Untersuchung eine bestimmte Richtung gegeben, und so bin ich veranlaßt worden, die Formen der Radiolarien, und insbesondere der Tripyleen, hintereinander von vier Gesichtspunkten aus eingehender zu behandeln und den vorliegenden „Allgemeinen Teil" in vier organisch zusammenhängende Abschnitte zu gliedern:

I. Form und Funktion.
II. Form und Medium.
III. Formbildung in der Ontogenese.
IV. Vererbung und Variation.

In einem Schlußwort soll dann nochmals auf den Formenreichtum eingegangen werden.

Im Rahmen dieser Abschnitte haben mehrere Gegenstände Besprechung gefunden, welche sicherlich nicht in das Gebiet einer Formenlehre im gewöhnlichen Sinne des Wortes gehören, so die geographische Verbreitung und Ernährung im II. und die Fortpflanzung im IV. Abschnitte. Aber bei dem vorwiegenden Interesse, welches gerade die Form der Radiolarien von jeher auf sich gelenkt hat, und bei der Unmöglichkeit, am toten Material allen anatomischen und physiologischen Problemen gleichmäßig nachzugehen, mag diese Unterbringung und überhaupt die ganze, vom Ueblichen abweichende Anordnung des Allgemeinen Teiles berechtigt erscheinen. Daß ein Versuch, die Formenlehre in dieser Weise in den Vordergrund zu stellen, praktisch durchführbar ist, das glaube ich im folgenden zeigen zu können; ob er auch grundsätzlich-systematisch statthaft ist, das läuft in letzter Linie auf eine Kernfrage naturphilosophischer Art hinaus, auf welche an dieser Stelle nicht eingegangen werden soll.

Bemerkt sei noch, daß der Allgemeine Teil selbstverständlich in ausgedehntestem Maße auf die Beschreibungen im Systematischen Teil und insbesondere auf das Tafelwerk Bezug nimmt. Jedoch ist ersterer selbst so weit mit Abbildungen ausgestattet, daß eine fortlaufende Lektüre auch ohne Benutzung der Tafeln möglich sein wird.

I. Abschnitt.

Form und Funktion.

Fachwerke einfacher Ordnung.

Ueber die Bedeutung der gröberen und feineren Strukturen des Radiolarienskelettes sind bisher nur ganz allgemein gehaltene Ansichten geäußert worden. Was die Hauptbestandteile des Skelettes, die Gitterschalen der Spumellarien und Castanelliden, den Sagittalring der Nassellarien, die Radialstacheln der Aulacanthiden und Acantharien u. s. w. anbelangt, so ist Haeckel jedenfalls im Recht, wenn er diese Bildungen ganz allgemein als Stütz- und Schutzapparate bezeichnet, d. h. als Stützen für die plasmatischen und gallertigen Weichkörperteile und als Schutzvorrichtungen gegen äußere Einflüsse, unter denen wohl in erster Linie an die Angriffe von Feinden gedacht worden ist. In den meisten Fällen wird sich übrigens die stützende und schützende Funktion ebensowenig voneinander trennen lassen, wie dies z. B. beim Chitinpanzer der Arthropoden der Fall ist. Eine besondere Funktion, nämlich die von Fangapparaten, käme nach Haeckel den verschiedenen Appendicularorganen des Skelettes, z. B. den End- und Seitenanhängen der Aulacanthidenstacheln und Cölographidengriffel, zu (Textfig. 103), und in ähnlicher Weise erscheinen auch nach Dreyer (1892, S. 380) die Ankerfädchen der letzteren „sehr zweckmäßig zum Zurückhalten anschwimmender Nahrungspartikel und als Haftapparate". Freilich will Dreyer, der bei der streng mechanistischen Tendenz seiner Untersuchung

teleologischen Erklärungsversuchen fernsteht, einer solchen Deutung keinen besonderen Wert beimessen.

Daß sich bisher — abgesehen von einigen Ausführungen BRANDT's (1892, S. 4 ff.) — noch niemand ernstlich mit einer teleologischen Betrachtung des Radiolarienskelettes befaßt hat, ist auf den nämlichen Grund zurückzuführen, aus welchem auch die Kieselskelette der Hexactinelliden noch nicht von diesem Gesichtspunkte aus bearbeitet worden sind. Den ersten Untersuchern dieser Objekte lag eben kein vollkommen genügend konserviertes Material vor, an welchem die Beziehungen der Skelettteile zu den peripherischen Weichkörperteilen deutlich hervortraten. Speciell der größte Teil des „Challenger"-Materials bestand ja aus Bodensedimenten, also aus leeren Gehäusen und Schalenbruchstücken, und so hatte HAECKEL keine Veranlassung, von der Vorstellung abzugehen, daß ein großer Teil der Skelettstrukturen n a c k t, d. h. ohne plasmatische Umhüllung, ins umgebende Medium hervorrage.

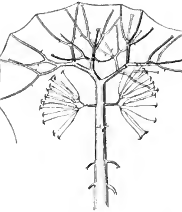


Fig. 103.

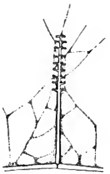


Fig. 104.

Fig. 103. Terminalkrone eines Radialstachels von *Coelodecas ambulacrum*.
Fig. 104. Radialstachel von *Aulosphaera elegantissima* mit dem Ueberzug der extrakapsulären Sarkode (nach R. HERTWIG).

Was im besonderen die Tripyleen anbelangt, so rühren die einzigen abweichenden Beobachtungen von R. HERTWIG und BÜTSCHLI her. Ersterer (1879) hat einen Radialstachel von *Aulosphaera* abgebildet, welcher samt seinen zahlreichen Astquirlen von einem zarten, spinnwebartigen Netzwerk von Plasmafäden umhüllt erscheint (Textfig. 104). Von diesem Netzwerk strahlen die eigentlichen Pseudopodien frei ins Wasser aus. Eine zweite Beobachtung stammt von BÜTSCHLI (1883) und betrifft eine im Mittelmeer gefischte Cölographide (*Coelothamnus Davidoffi*). BÜTSCHLI giebt ausdrücklich an, daß die ganz wasserklare Gallerte das gesamte Skelett bis zu den äußersten Spitzen der Strahlen umhülle, aber weder diese, noch die HERTWIG'sche Beobachtung haben in der Literatur eine weitere Beachtung gefunden. Allerdings bildet auch HAECKEL (Rep., Taf. CXXII, Fig. 3) eine Cölographide (*Coelothauma duodenum*) ab, bei welcher die „Griffel"

samt ihren Ankerfädchen vollständig von Gallerte umschlossen sind, dagegen bemerkt er im Text (S. 1447), daß bei den Cölographiden überhaupt die Terminalkronen und die „anchor pencils" über die Oberfläche des Calymmas hervorzuragen scheinen.

Meine eigenen Beobachtungen gingen von den Radialstacheln der Aulacanthiden aus. In der Darstellung, welche Haeckel von diesen Formen giebt, z. B. in der hier (Textfig. 105) teilweise wiedergegebenen Abbildung von *Aulographis candelabrum*, treten die Stachelenden mit ihren „Appendicularorganen" nackt über die Oberfläche des Weichkörpers, bezw. des Mantels von Tangentialnadeln hervor, und zwischen ihnen entspringen aus dem „Sarcodictyum" (d. h. dem das Calymma äußerlich umhüllenden Sarkodenetz) die frei ausstrahlenden Pseudopodien. Wie indessen das „Valdivia"-Material mit Sicherheit erkennen läßt, liegen den betreffenden Bildern Exemplare mit deformiertem, infolge der Konservierung stark

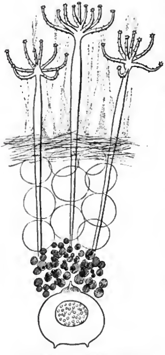


Fig. 105. *Aulographonium candelabrum*, nach Haeckel (Rep., Taf. CIII, Fig. 1).

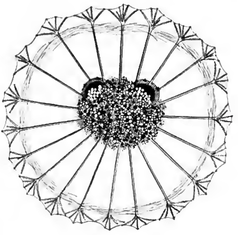


Fig. 106. *Aulographonium bicorne*.

geschrumpftem Weichkörper zu Grunde. Im natürlichen Zustand dagegen ragen die Stacheln, z. B. von *Aulographonium bicorne*, nur mit ihrem äußersten, die Terminalkrone tragenden Ende über den Mantel von feinen Tangentialnadeln hervor und sind nicht nackt, sondern von einem kontinuierlich den Weichkörper umhüllenden, außerordentlich zarten Oberflächen-

häutchen (dem extrakalymmalen Sarkodehäutchen) baldachinartig überwölbt. Von dieser äußersten, die Stachelenden umschließenden Plasmaschicht hat man sich die Pseudopodien ausgehend zu denken.

So treten uns also die Radialstacheln in erster Linie als Stützen oder Streben entgegen, und zwar erscheinen als eigentliche Träger des Oberflächenhäutchens, bezw. als Haftapparate die bedornten oder gezähnten Endbildungen der Terminaläste, die nach dem Vorgang von Haeckel als Spathillen (σπάθη, Quirl) bezeichnet werden. In typischen Fällen, z. B. bei *Aulographis tetrancistra* (Textfig. 107), sind die Spathillen kleine, den Terminalästen aufgesetzte Scheiben, welche am Rande mit zurückgekrümmten Zähnchen versehen sind. Speciell bei *Aulographonium bicorne* (Textfig. 108) dagegen bestehen die Spathillen aus einem terminalen, nach außen gerichteten Enddorn und einem subterminalen Kranz von 4—6 winzigen Zähnchen. Auch sonst kommen mannigfache Modifikationen dieser Haftapparate vor, in allen Fällen handelt es sich aber darum, durch Vergrößerung der Oberfläche die Adhäsion des Außenhäutchens zu steigern.

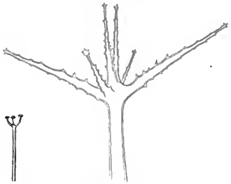


Fig. 107. Fig. 108.

Fig. 107. *Aulographis tetrancistra.*
Fig. 108. *Aulographonium bicorne.*

Durch die Terminaläste selbst, welche speciell bei den einzelnen *Aulographonium*-Arten einen verschieden gebogenen Verlauf besitzen (Textfig. 105 und 108) und vielfach auf knopf- oder polsterartigen Ausweitungen des Stachelendes aufsitzen, wird der durch die Spannung des Oberflächenhäutchens ausgeübte Druck auf die als Hauptstreben dienenden Radialstacheln konzentriert, und letztere übertragen ihn ihrerseits auf die centrale, verhältnismäßig kompakte, von Phäodellen erfüllte Weichkörpermasse, innerhalb welcher die proximalen Stachelenden ein dichtes Flechtwerk bilden. Die hohle Beschaffenheit der Radialstacheln ist, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, als ein ursprünglicherer Zustand zu betrachten gegenüber den bei anderen Familien auftretenden massiven Stacheltypen und als eine im Interesse der Gewichts- und Materialersparnis beibehaltene Eigenschaft anzusehen, während die spindelförmige Auftreibung der Schaftmitte, welche den Radialstacheln vieler Aulacanthiden die Form von Turnierlanzen giebt, geeignet ist, ihre Druck- und Biegungsfestigkeit zu erhöhen. Zuweilen sind die Terminaläste und die Auftreibungen des Schaftes so orientiert, daß man einen kontinuierlichen Uebergang von Spannungstrajektorien aus den ersteren in die letzteren annehmen kann (Textfig. 105).

Alles in allem bilden Oberflächenhäutchen, Radialstacheln und centrale Weichkörpermasse zusammen ein einigermaßen elastisches und nachgiebiges System, welches nicht bloß unter

normalen Verhältnissen den Zusammenhalt und die Gesamtform des Organismus gewährleistet, sondern auch bei äußeren Einwirkungen, insbesondere wohl bei Kollisionen mit aktiv beweglichen Organismen, ein gewisses Maß von Druck- und Stoßfestigkeit und eine sofortige Restitutio ad integrum ermöglicht.

Ich bin von den Stacheln der Aulacanthiden ausgegangen, weil mir bei ihnen die beschriebenen Zusammenhänge erstmals aufgefallen sind und weil sie, wegen der überaus mannigfaltigen Ausbildung der Terminalbildungen, die Funktionen des Skelettes wenigstens nach einer Seite hin besonders deutlich erkennen lassen. Nicht minder lehrreich sind aber diejenigen Tripyleentypen, bei welchen die Radialstacheln mit ihren centralen Enden nicht einfach in die Weichkörpermasse hereingesteckt, sondern mehr oder weniger fest mit einer geschlossenen Gitterschale verbunden sind. Bei diesen Formen, insbesondere bei den Aulosphäriden, Sagosphäriden und Castanelliden, haben wir wirkliche Fachwerke einfacher Art vor uns, welche ganz

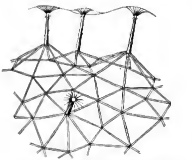


Fig. 109. Eine Gruppe von Pyramiden von *Auloscena verticillus*.

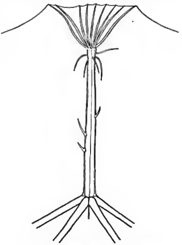


Fig. 110. Radialstachel von *Auloscena verticillus*.

allgemein den Zusammenhalt des Weichkörpers vermitteln, vor allem aber den als Druck- und Stoßfänger funktionierenden Radialstacheln als Unterlagen und damit als Druckverteilungsapparate dienen.

In besonders schöner Weise lassen die Aulosphäriden, namentlich die *Auloscena*-Arten, die Funktion der einzelnen Skeletteile erkennen (Textfig. 109, 110). Die Gitterschale besteht hier aus lauter selbständigen, tangentialen, mit Gallerte gefüllten Kieselröhren, welche in den einzelnen Knotenpunkten meist zu fünfen oder sechsen zusammentreten und so ein sehr regelmäßiges trigonales Maschenwerk bilden. Speciell bei den Auloscenen erhebt sich nun ein Teil der Knotenpunkte zu flachen, meist regelmäßig sechsseitigen Pyramiden, welche die mit kronenförmigen Terminalbildungen ausgestatteten Radialstacheln tragen. Sowohl der normale, bei kugeligen Formen überall gleichmäßige Druck des Oberflächenhäutchens, als auch einseitige, von außen kommende

Stoßwirkungen werden von den elastischen Armen der Kronen aufgenommen (Textfig. 110), und zwar bringt es die große Zahl und regelmäßige Anordnung der Arme mit sich, daß speciell die letztgenannten Druckwirkungen sich auf größere Bezirke der Oberfläche verteilen und dadurch die Haut vor einseitiger Derangierung oder Durchbohrung bewahrt wird. Indem ferner der von den Armen aufgenommene Druck auf den Schaft des Radialstachels und die Fußpyramide weitergeleitet wird, erfolgt abermals eine Verteilung seiner Wirkung. Dabei dürften zweifellos die gelenkartigen Verbindungen der Hohlstäbe, die ich als Radgelenke beschrieben habe (Textfig. 111), eine wichtige Rolle spielen. Denn wenn es auch bei der Kleinheit und Elasticität des Objektes unmöglich ist, die minimalen Winkelveränderungen der in den Knotenpunkten zusammenstoßenden Tangentialbalken direkt zu beobachten und zu messen, so scheint mir doch aus der ganzen Anordnung der sternartigen Knotenpunkte mit Bestimmtheit hervorzugehen, daß für die Tangentialröhren nicht bloß die Möglichkeit kleiner Drehungen besteht, sondern daß es sich wirklich um eine „zweckmäßige“ Einrichtung, um die Herstellung eines „halbstarren Systems“ handelt, dessen Sinn eben in der Milderung der von außen kommenden Stoßwirkungen gelegen ist (vergl. Spec. Teil, S. 103; 1904a, S. 598).

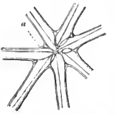


Fig. 111. Stern aus der Gitterschale von *Auloscena verticillus*. Bei *a* spaltet sich die Röhrenwandung in zwei Lamellen, von denen sich die äußere als Gelenkkapsel auf die benachbarte Röhre überschlägt, die innere in die Bildung des Astralseptums übergeht.

Auch beim Aulosphäridenskelett kommt als eine weitere architektonisch verständliche Eigentümlichkeit die hohle Beschaffenheit des Schaftes und der Streben hinzu. Es handelt sich hier selbstverständlich um Einrichtungen, welche eine bedeutende Material- und Gewichtsersparnis ermöglichen. Auf die Centralfäden, welche die Skelettelemente der Aulosphäriden im Unterschied von den Radialstacheln der Aulacanthiden besitzen, wird an anderer Stelle eingegangen werden.

Konstruktionen ähnlicher Art, wie sie das *Auloscena*-Skelett zeigt, sind sowohl aus der Technik wie aus der Organismenwelt bekannt. Sehr nahe liegt vor allem der Hinweis auf die Wirbeltiergliedmaße, deren Stützskelett mit der Krone des *Auloscena*-Stachels und deren distal zunehmende Gliederung mit der Fußpyramide vergleichbar ist. Auch an die Stützwurzeln vieler Pflanzen, namentlich an die bekannten Stelzenwurzeln der Mangrovebäume (*Rhizophora*), mag noch besonders erinnert werden.

Einrichtungen von ähnlicher Art und gleicher Funktion, wie die Aulosphäriden, weisen auch viele Sagosphäriden auf, nur daß hier die einzelnen Skelettelemente sich als massive, sehr biegsame Balken darstellen und in den Knotenpunkten wirklich miteinander verschmolzen sind, und mit dem ferneren Unterschiede, daß die Fußpyramiden nicht einfache Erhebungen einzelner Felder des Maschenwerkes sind, sondern als selbständige, der Gitterschale aufgesetzte, zeltartige Bildungen erscheinen (Textfig. 113). Trotz dieser strukturellen Verschiedenheiten können aber die Skelette der Aulosphäriden und Sagosphäriden auf Grund einer Konvergenzentwickelung sehr weitgehende Uebereinstimmungen zeigen, wie dies z. B. bei den keulenförmig verdickten Radialstacheln von *Auloscena atlantica* und *Sagenoscena lampadophora* (Textfig. 112 und 113) der Fall ist. Jedenfalls ist aber die mechanische Leistung der beschriebenen Skelettbildungen in beiden Familien die nämliche, abgesehen von dem Umstand, daß bei den Aulosphäriden die Elasticität

und relative Nachgiebigkeit des Aulosphäridenskelettes im wesentlichen auf dem Vorhandensein der „Radgelenke", diejenige des Sagosphäridenskelettes auf der Biegsamkeit der Balken selber beruht.

Auch bei den Castanelliden dienen, wie zahlreiche wohlerhaltene Exemplare des „Valdivia"-Materials zeigen (Taf. XXXVI, Fig. 274), die Radialstacheln in erster Linie als Träger für das Oberflächenhäutchen und somit als Druckfänger. Ein wesentlicher Unterschied der Castanelliden gegenüber den vorhin genannten Familien besteht aber darin, daß die Gitterschale selber,

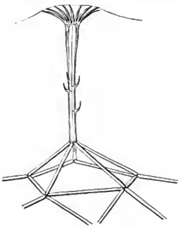


Fig. 112. *Auloscena atlantica* n. sp.

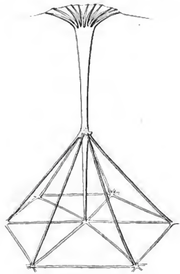


Fig. 113. *Sagenoscena lampadophora* n. sp.

welche einerseits als Schutzhülle, andererseits als Stütze für die Radialstacheln und somit als Druckverteilungsapparat funktioniert, ein durchaus festes Gefüge zeigt und somit keine lokalen und vorübergehenden Ausbiegungen und Formveränderungen einzugehen im stande ist. Das gleiche gilt auch für die zu den Circoporiden gehörigen Haeckelianen (Taf. XX, Fig. 176, 177).

Fachwerke höherer Ordnung.

Schon bei einzelnen der einfacher gebauten Sagosphäriden sehen wir eine weitere Differenzierung angebahnt, welche in den Konstruktionen der Ingenieur-Mechanik ihr Gegenstück findet, nämlich die Ausbildung von Fachwerken höherer Ordnung, welche in noch stärkerem Maße als die bisher besprochenen Strukturen den Anforderungen der Druck- und Biegungsfestigkeit genügen dürften. Wie weiter unten eingehender geschildert werden soll, sind an den beiden Polen der ballonförmigen Individuen von *Sagenoscena irmingeriana* die Spitzen der Fuß-

pyramiden durch Tangentialbalken miteinander verbunden, so daß eine seitliche Versteifung der Radialstacheln herbeigeführt wird (Taf. XVII, Fig. 159, 160). Bei der Sagosphäriden-Gattung *Sagenoarium* und ebenso bei den koloniebildenden Tuscaroren ist diese seitliche Verkoppelung der Fußpyramiden eine ganz allgemeine geworden, und indem also sämtliche Pyramiden mit allen ihren Nachbarn durch tangential verlaufende Balken verbunden sind, wird durch die Gesamtheit der letzteren eine zweite äußere Gitterschale gebildet, welche, wenigstens bei *Sagenoarium*, von der primären inneren Schale durch etwas weitere Maschen unterschieden ist (Textfig. 114). So entsteht ein kompliziertes, aber sehr regelmäßig angeordnetes Fachwerk, welches aus zwei „Gurtungen", nämlich der äußeren und inneren Gitterschale, und einer aus den Zeltstäben gebildeten „Füllung" besteht. Da die Füllungsglieder die Gurtungen unter spitzem Winkel treffen, so würden die Skelette von *Sagenoarium* und *Tuscarora* unter den Begriff des „Strebenfachwerkes" fallen, angesichts ihrer dimensionalen, von den einfacheren Konstruktionen der Ingenieur-Mechanik wesentlich abweichenden Verhältnisse wird man von einem „räumlichen Fachwerk höherer Art" reden müssen [1]).

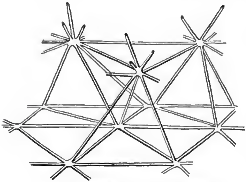


Fig. 114. *Sagenoarium dicranon.* Gitterwerk in Seitenansicht.

Fachwerke ähnlicher Art, die aber wegen der rechtwinkligen Verbindung der Gurtungen und Füllungsglieder als „Ständerfachwerke" zu bezeichnen wären, finden sich bei den Cannosphäriden. Sie sind deshalb von großem Interesse, weil sie eine außerordentlich weitgehende Uebereinstimmung mit den Skelettstrukturen der Hexactinelliden zeigen, worauf ich schon früher (1904a) hingewiesen habe. Das Skelett der Cannosphäriden besteht aus zwei konzentrischen Schalen, von denen die äußere (Textfig. 115 *a*) aus tangential gelagerten, in fünf- oder sechsseitigen Maschen angeordneten Hohlstacheln besteht und in ihren Knotenpunkten die verschieden gestalteten Radialstacheln trägt, während die innere *(i)* ein mit einer Hauptöffnung versehenes, bald solides, bald siebartig durchlöchertes Gehäuse bildet. Beide Schalen sind durch sehr dünne Hohlröhren, die Radialbalken, miteinander verbunden. Letztere bilden die direkten Fortsetzungen von kegel- oder warzenförmigen Erhebungen der inneren Schale und setzen in den Mittelpunkten der leicht geknickten Tangentialbalken der äußeren Schale an. Wir haben es also auch hier mit einem räumlichen Fachwerk höherer Art zu thun, dessen Gurtungen durch die äußere und innere Gitterschale und dessen Füllungsglieder durch

1) Für freundliche Beratung auf diesen Grenzgebieten bin ich meinen Kollegen J. v. WEYRAUCH und KÜBLER zu großem Danke verpflichtet.

die Radialbalken gebildet werden, und dessen mechanische Funktionen nach dem früher Gesagten ohne weiteres verständlich sind.

Eine Komplikation weist das *Cannosphaera*-Skelett noch insofern auf, als sowohl die Tangentialbalken der Außenschale als auch die Radialbalken mit „Ankerfädchen", d. h. mit dreiarmigen, an einem dünnen Kieselfaden befestigten Ankerchen, ausgestattet sind. Die Ankerfädchen der Tangentialbalken sind nach außen gerichtet, diejenigen der Radialbalken zeigen eine quirlförmige Anordnung und im ganzen eine tangentiale Richtung (Textfig. 115).

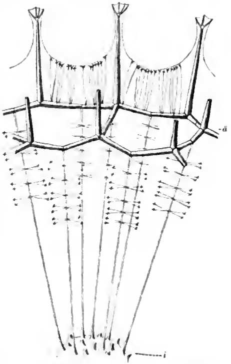


Fig. 115. Skelett von *Cannosphaera antarctica*. *a* äußere Gitterschale, *i* inneres Gehäuse.

Welche Bedeutung haben diese Ankerfädchen? Sind sie wirklich, wie HAECKEL und DREYER vermutet haben, als Fang- und Haftapparate zu betrachten, welche anschwimmende Nahrungspartikelchen festzuhalten haben? Es ist hier zu sagen, daß man allerdings die Skelette der antarktischen Cannosphären fast stets mit großen Mengen von Diatomeen, insbesondere mit den mächtigen Cylindern von *Corethron*, angefüllt findet. Da nun die meisten dieser Diatomeen mit langen, stachel- oder borstenförmigen Fortsätzen und speciell die *Corethron*-Arten außerdem mit eigentümlichen Häkchen ausgestattet sind, so könnte man in der That zu der Annahme gelangen, daß die Ankerfädchen von *Cannosphaera* die Funktion haben, sich mit den Fortsätzen der Diatomeen zu verstricken und also letztere festzuhalten. Indessen zeigen diejenigen Exemplare, deren Calymma und Phäodium vollkommen erhalten ist, erstens, daß gar nicht die großen Charakterformen des antarktischen Diatomeenplanktons, sondern kleinere, stark verkieselte Arten (*Fragilaria, Coscinodiscus*) den Cannosphären als Nahrung dienen und daß also jene großen Formen wohl erst im Netze in die Skelette hereingeraten waren, und zweitens, daß im natürlichen Zustand wenigstens die Ankerfädchen der Radialbalken vollkommen im Calymma eingeschlossen sind. Sie können demnach nur die Bedeutung von intermediären Stützelementen haben.

Das Gleiche gilt für die Ankerfädchen der Tangentialbalken, solange sich der Weichkörper im Zustande größter Ausdehnung befindet. Ist jedoch das Weichkörpervolumen ein geringeres

und ist also die über die Radialstacheln gespannte extrakalymmale Sarkodehaut stark eingebuchtet, so kann letztere mit ihren Einbuchtungen die Ankerchen der Tangentialbalken erreichen, und die Ankerchen scheinen dann in ähnlicher Weise mit der Außenhaut verbunden zu sein, wie die Spathillen der Aulacanthidenstacheln. Es dürften demnach die Ankerfädchen der Tangentialbalken, wenigstens bei gewissen Kontraktionszuständen des Weichkörpers, eine ähnliche Rolle wie die Terminalkronen der Radialstacheln spielen, d. h. sie werden als sekundäre Haft- und Stützapparate für das äußere Sarkodehäutchen dienen, während sie, wie gesagt, bei maximalem Weichkörpervolumen ausschließlich die Aufgabe von intermediären Stützelementen haben.

Bei Betrachtung der in diesem Kapitel geschilderten Skelettstrukturen wird man vielfach an die Anordnungsverhältnisse erinnert, welche die Stützsubstanzen in anderen Organismengruppen zeigen, so z. B. an die Verteilung des „mechanischen Gewebes" in den oberirdischen Organen der Pflanzen, in den Halmen, Blütenstengeln u. s. w. So konnte ich denn auch bei meinen Radiolarien-Untersuchungen manche Anregungen aus den einschlägigen Abschnitten in G. HABERLANDT's „Physiologischer Pflanzenanatomie" schöpfen, und umgekehrt trat die Verlockung an mich heran, meine an den Radiolarien gemachten Erfahrungen auch auf Gebiete zu übertragen, welche bisher keine eingehende Bearbeitung von teleologischem Standpunkt aus erfahren haben. In erster Linie kamen dabei die Kieselschwämme und speciell die Hexactinelliden in Betracht, eine Gruppe von Organismen, deren wunderbar gestaltete Kieselskelette von jeher das ästhetische Interesse der Beobachter auf sich gelenkt und wohl auch die Frage nach der Bedeutung der Einzelstrukturen immer wieder nahegelegt haben. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle zu wiederholen, was ich bereits früher (1904a) über die Skelettstrukturen der Hexactinelliden vorgebracht habe:

„Wer an der Hand der Erfahrungen, welche an den Skeletten der Tripyleen gemacht werden konnten, einen Streifzug in das Gebiet der Hexactinelliden unternimmt und die Darstellungen in den neueren Arbeiten F. E. SCHULZE's[1]) durchmustert, der wird in der Lage sein, an allen Ecken und Enden alte Bekannte wiederzufinden. Schon der Grundplan des Gesamtgerüstes zeigt, wenn man die Hexactinelliden mit den Tripyleen vergleicht, sehr viel Berührungspunkte. Wir haben bei *Cannosphaera* gesehen, daß sich das Skelett als Ganzes als ein Fachwerk darstellt, bei welchem die äußere Gurtung durch die Gitterschale, die innere Gurtung durch das Innengehäuse und die Füllung durch die Radialbalken gebildet werden (Fig. 115). Ferner sind bei *Cannosphaera* die Radialstacheln als Druckfänger oder Druckvermittler, die inneren Ankerfädchen als intermediäre Stützelemente anzusehen.

Zu einem Fachwerk ganz ähnlicher Art sind auch die Skeletteile der Hexactinelliden zusammengefügt, nur daß hier zu den beiden Hauptgurtungen, welche durch die Systeme der Autodermalia und Autogastralia gebildet werden, unter Umständen noch eine oder mehrere Zwischengurtungen in Gestalt der Parenchymalia hinzukommen können (Fig. 116), sowie auch bei Pflanzenteilen, z. B. bei den Schäften der Cyperaceen, die beiden als Hauptträger funktionierenden Bastrippen durch dazwischen gelagerte, im Querschnitt als „Bastsicheln" erscheinende Stränge

1) Vergl. insbesondere F. E. SCHULZE, Die Hexactinelliden des Indischen Oceans. I. Teil: Die Hyalonematiden, Berlin 1894. II. Teil: Die Hexasterophora, Berlin 1895. III. Teil: Berlin 1900. Derselbe, Die Hexactinelliden, in: Fauna arctica, Bd. I, Lief. 1, Jena 1900. Derselbe, *Caulophacus arcticus* (ARMAUER HANSEN) und *Calycosoma gracile* F. E. SCHULZE nov. spec. Abh. K. Preuß. Akad. Wiss., Berlin 1903.

unterstützt werden können[1]. Als Fachwerke mit nur zwei Hauptgurtungen könnten die Skelette der beiden von SCHULZE beschriebenen arktischen Hexactinelliden[2] bezeichnet werden, Fachwerke mit einer oder mehreren Zwischengurtungen findet man dagegen in besonders schöner Ausbildung bei *Calycosoma gracile*[3] und bei einzelnen Hyalonematiden[4].

Bei einem Vergleich speciell des *Hyalonema*-Skelettes mit der *Cannosphaera* kann man entweder die beiden Hauptgurtungen, also das Stratum der Autodermalia und das der Autogastralia, oder aber die äußere Hauptgurtung und die nächstfolgende (vielfach die einzige) Zwischengurtung zu den beiden Schalen von *Cannosphaera* in Beziehung bringen. Versuchen wir zunächst den Vergleich auf letztere Art durchzuführen.

In Fig. 116 ist die Anordnung der Skelettteile von *Hyalonema Heideri*, wie sie sich auf einem senkrecht geführten Schnitte durch die Kelchwand darstellt, wiedergegeben. Das Stratum der Autodermalia, auf dem Bild vertreten durch die tangentialen Strahlen der hypodermalen Pentaktine (*tp*), entspricht der äußeren Gitterschale von *Cannosphaera*, während die durch die Tangentialstrahlen der parenchymalen Oxyhexaktine (*to*) gebildete Lage mit dem inneren Gehäuse von *Cannosphaera* verglichen werden kann. Ferner entsprechen die Radialstrahlen der Pentaktine und Oxyhexaktine (*rp* und *ro*) den Radialbalken von *Cannosphaera*, die dermalen Pinule (*p*)

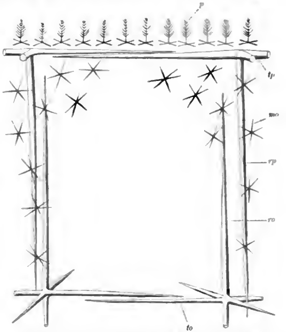


Fig. 116. Skelett von *Hyalonema Heideri*. *p* Pinule, *tp* und *rp* Tangential- und Radialstrahlen der hypodermalen Pentaktine (Außengurtung), *to* und *ro* Tangential- und Radialstrahlen der parenchymalen Oxyhexaktine (Zwischengurtung), *mo* parenchymale Mikro-Oxyhexaktine. Nach F. E. SCHULZE.

stehen nach Anordnung und Struktur den Radialstacheln und die zahlreich vorhandenen Mikro-Oxyhexaktine (*mo*) den inneren Ankerchen gegenüber. Auch in funktioneller Hinsicht ergiebt sich eine vollkommene Uebereinstimmung: insbesondere dürfen wohl die Pinule, welche, wie die Radial-

[1] Vergl. G. HABERLANDT, Physiol. Pflanzenanatomie, 3. Aufl., S. 150.
[2] Fauna arctica, Bd. I, Taf. IV, Fig. 2 und 11.
[3] *Caulophacus* etc., Taf. II, Fig. 3.
[4] Hexactinelliden des Indischen Oceans, Teil I, Taf. III, Fig. 5, 10, 26 u. a.

stacheln, je einen Hautkegel emporheben[1]), als Apparate zur Aufnahme und Verteilung äußerer Druckwirkungen, also als äußere Druckfänger oder Druckverteiler, und die Mikro-Oxyhexaktine, wie die inneren Ankerchen, als intermediäre Stützelemente, als innere Druckfänger oder Druckverteiler bezeichnet werden.

Ein Unterschied besteht freilich zwischen den beiden Gerüstformen. Bei den Hexactinelliden sind die einzelnen Skelettelemente nicht fest verbunden, während bei *Cannosphaera* sämtliche Teile teils direkt ineinander übergehen, teils durch Gelenke miteinander in Zusammenhang stehen, teils, wie die inneren Ankerchen, durch Kieselfäden an den Radialbalken befestigt sind. Es ist klar, daß diese Verschiedenheit ohne weiteres in der Beschaffenheit des Weichkörpers eine Erklärung findet: bei den Schwämmen ist der Weichkörper ein konsistentes, zelliges Gewebe mit eigenem innerem Zusammenhalt, bei *Cannosphaera* dagegen ein Komplex von Gallerte und zarten Plasmasträngen, welcher ohne ein in sich selbst zusammenhängendes Skelett keine genügende Kohäsion besitzen würde, um seine Eigenform zu bewahren.

Es wurde bei der bisherigen Betrachtung nur auf eine Tripyleenfamilie, auf die Cannosphäriden, Bezug genommen. Zieht man auch die Aulosphäriden, Sagosphäriden und Aulacanthiden zum Vergleich heran, so ergiebt sich eine ganze Reihe von weiteren, die feineren Skelettstrukturen betreffenden Uebereinstimmungen.

In erster Linie findet man für die Pinule und überhaupt für die distalen, die Körperoberfläche überragenden Strahlen der hexaktinen und pentaktinen Hautskeletteile bald in den Bäumchen der *Aulosphaera dendrophora* Haeckel[2]), bald in den der ganzen Länge nach gleichmäßig bedornten Radialstacheln von *Aulastrum spinosum* (Taf. XIV, Fig. 139), bald in den keulenförmigen, „beschuppten“ und kanellierten Stacheln verschiedener *Aulacantha*-Arten[3]) das entsprechende Analogon.

Eine weitgehende Aehnlichkeit zeigt aber auch der Aufbau der intermediären Mikro-Oxyhexaktine und ihrer Derivate mit den Endbildungen der Aulacanthiden- und Aulosphäridenstacheln, und dieser morphologischen Aehnlichkeit dürfte auch eine solche in funktioneller Hinsicht entsprechen. Es wurde bereits oben die Annahme ausgesprochen, daß, ebenso wie die Pinule als äußere Druckfänger wirken, jene äußerst zierlichen intermediären Stützelemente der Hexactinelliden, analog den Ankerchen von *Cannosphaera*, als innere Druckfänger oder Druckverteiler funktionieren. Man wird z. B. aus der morphologischen Beschaffenheit der Florikome von *Dictyaulus elegans* (vergl. Fig. 117)[4]) schließen dürfen, daß dieselben einen kugelförmigen, gegenüber der Umgebung in irgend welcher Hinsicht differenzierten Gewebskörper einschließen und mit ihren gezähnelten Endschirmen dessen membranartige Grenzschicht umfassen, so wie die Spathillen der Aulacanthiden in der extrakalymmalen Sarkodehaut festhaften. Trifft nun ein Druck von irgend einer Seite her dieses kugelige Gebilde, so wird das Florikom gemäß seiner besonderen Struktur in zweierlei Weise wirksam sein: es wird erstens infolge der federnden Beschaffenheit seiner Arme den Druck abschwächen, und zweitens auf Grund seines sechsstrahligen Baues den Druck, soweit derselbe nicht schon durch die Federwirkung aufgehoben

1) Vergl. Hexactinelliden des Indischen Oceans, Teil II, S. 5, unten.

2) Vergl. Haeckel, Rep., Taf. CIX, Fig. 1.

3) Man vergleiche die äußeren Radialstacheln der prinzipalen Hexaktine von *Euplectella aspera* (Hexactinelliden des Indischen Oceans, Teil II, Taf. III, Fig. 4 und 5) mit den Radialstacheln von *Aulacantha cannulata* Haeckel, Rep., Taf. CV, Fig. 16.

4) Nach Hexact. d. Ind. Oc., Teil II, Taf. IV, Fig. 3 und 6.

ist, verteilen. Trifft nämlich ein Druck das Gebilde genau in der Achsenrichtung eines Einzelbündels, so wird er auf dessen Antipoden übertragen und durch diesen verteilt werden. Setzt jedoch die Druckwirkung an einem anderen Punkte der Oberfläche ein, so wird sie in zwei oder drei Komponenten zerlegt und demgemäß durch die Antipoden eine noch ausgiebigere Verteilung erfahren.

Bei einzelnen Varianten wird entweder die federnde, druckschwächende oder die druckvermittelnde und -verteilende Wirkung der Skelettteile verstärkt. So finden wir z. B. bei den Diskohexastern von *Saccocalyx pedunculata* (Textfig. 118)[1]) durch spiralige Drehungen der Arme die erstere, bei den Diskohexastern von *Dictyaulus elegans* (Textfig. 119)[2]) durch gleichmäßigere Verteilung der Endschirme die letztere Wirkung mehr berücksichtigt.



Fig. 117. Florikom von *Dictyaulus elegans*. Nach F. E. Schulze.



Fig. 118. Diskohexaster von *Saccocalyx pedunculata*. Nach F. E. Schulze.

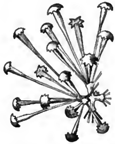


Fig. 119. Diskohexaster von *Dictyaulus elegans*. Nach F. E. Schulze.

Wieder andere Konstruktionen finden sich bei *Holascus robustus*, bei welchem sich die Hauptarme der Oxyhexaster zum Teil[3]) nach Art der Radialstacheln von *Aulosphaera triodon*, zum Teil[4]) wie die der kronentragenden *Auloscena*-Arten spalten.

Es wäre noch ein Wort über die vermutliche Bedeutung der Amphidisken zu sagen. Hier reichen unsere histologischen Kenntnisse nicht zur Entscheidung der Frage aus, ob diese Gebilde einfach als Puffer aufzufassen sind, oder ob sie, was im Hinblick auf die Anordnung der Amphidisken in den Gemmulis der Süßwasserschwämme wahrscheinlicher sein dürfte, dazu dienen, zwei membranartige Schichten irgend welcher Art gegeneinander abzustützen. Ebensowenig sind wir im stande, zu sagen, welche specielle Bedeutung die eigentümlich asymmetrisch gebauten, auf eine drehende Wirkung eingerichteten Paradisken mancher *Hyalonema*-Arten besitzen[5]).“

1) Nach Hexact. d. Ind. Oc., Teil II, Taf. V, Fig. 4, 9, 10.
2) Ebenda, Teil II, Taf. IV, Fig. 8, 10.
3) Ebenda, Teil II, Taf. I, Fig. 4.
4) Ebenda, Teil II, Taf. I, Fig. 7.
5) Ebenda, Teil I, Taf. VII, Fig. 11, 12, 15, 16.

Skelett und Centralkapsel.

Da die radiären Skelettelemente in erster Linie einen Stützapparat für die den Weichkörper zusammenhaltende Oberflächenhaut darstellen, so müssen sie ihrerseits ein Widerlager besitzen, welches gröbere Abweichungen von der Normallage verhindert. Speciell bei kugeligen, ellipsoidischen und anderen einfacher gebauten Formen sind zwei Hauptmöglichkeiten vorhanden, je nachdem die Radialstacheln bis in die centralen Weichkörperpartien reichen und hier eine Befestigung erfahren oder einer in mehr peripherischen Weichkörperschichten gelegenen Schale aufgesetzt sind. So kommen die beiden Haeckel'schen Typen der Astroidskelette (im weiteren Sinne) und Sphäroidskelette zu stande.

Bei den Astroidskeletten kann die centrale Befestigung der basalen Stachelenden eine sehr verschiedenartige sein. So sind bei den Acantharien, ferner in der Tripyleenfamilie der Astracanthiden (Taf. LXXII) und bei den Thalassothamniden (Taf. LXXIII—LXXV) die Radialstacheln in einem centralen Knotenpunkt vereinigt, bei den Aulacanthiden sind sie kreuzweise in die centrale, kompakte Phäodialmasse eingefügt, und die Cölodendriden sind durch die gleich zu besprechenden komplizierteren Strukturverhältnisse gekennzeichnet.

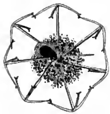


Fig. 120. *Aulographis arcuata* n. sp.

Auch bei den Sphäroidskeletten oder „Gitterkugeln" kommen bezüglich der Befestigung der Radialstacheln verschiedene Varianten vor. Es sei nur an die in den vorigen Kapiteln beschriebenen Verhältnisse bei den Aulosphäriden, Sagosphäriden und Castanelliden erinnert.

Im ganzen sind die Sphäroidskelette weiter verbreitet als die Astroidskelette, und zwar dürfte dies damit zusammenhängen, daß die Gitterkugeln den extrakapsulären Weichkörperteilen einen besseren Zusammenhalt und der Centralkapsel selber einen größeren Schutz gewähren als die astroiden Skelettformen. So kann es nicht überraschen, wenn auch in solchen Radiolariengruppen, welche im ganzen astroide Skelette besitzen, immer wieder Ansätze zum Uebergang auf den sphäroiden Typus gemacht werden. Es sei hier an diejenigen Aulacanthiden erinnert, deren Radialstacheln mit tangential abgehenden oder, wie bei *Aulographis arcuata* (Textfig. 120), mit zurückgekrümmten Terminalästen versehen sind und mit letzteren den Weichkörper käfigartig umklammern, ferner an die Acanthophrakten unter den Acantharien und an die von Haeckel als eigene Familie behandelten Cölographiden mit ihrer äußeren, durch die miteinander anastomosierenden Astverzweigungen gebildeten Gitterschale (s. unten Textfig. 124).

Die Astroidskelette sind aber nicht bloß insofern gegenüber den Sphäroidskeletten unvorteilhafter, als sie nicht in gleichem Maße, wie diese, den Zusammenhalt und Schutz des Weichkörpers ermöglichen, vielmehr kommt noch hinzu, daß die centralen Teile der ersteren in einen gewissen Konflikt mit der Centralkapsel geraten, welche aus statischen und ernährungsphysiologischen Gründen ebenfalls bestrebt ist, ihren Platz in der Mitte des Weichkörpers einzunehmen. Es ist nun in hohem Maße interessant, zu sehen, wie verschiedenartige Versuche gemacht werden, der Konkurrenz, welche zwischen Centralkapsel und

radiären Skelettstrukturen bezüglich des Weichkörpercentrums besteht, gerecht zu werden (vergl. 1907, S. 159).

Bei den Acantharien und ähnlich bei mehrschaligen Spumellarien mit intrakapsulären Markschalen wird dieser Gegensatz bekanntlich in der Weise ausgeglichen, daß die central gelegene Centralkapsel von den Radialstacheln, bezw. „Radialbalken" durchbohrt wird (Textfig. 121).

Bei der Tripyleenfamilie der Astracanthiden wird die Centralkapsel durch die Radialstacheln aus dem Centrum des Weichkörpers verdrängt (Textfig. 122). Das statische und ernährungsphysiologische Gleichgewicht wird aber dadurch hergestellt, daß eine dauernde Verdoppelung der Centralkapsel eingetreten ist, ähnlich wie bei den Tuscaroren und bei manchen anderen Protozoen (*Amoeba binucleata, Arcella vulgaris*). Aehnlich liegen die Verhältnisse bei der Thalassothamniden-Gattung *Cytocladus*, nur daß hier die aus dem Centrum verdrängte Centralkapsel in der Einzahl erhalten bleibt, aber dafür durch lange, dichotomisch verzweigte Fortsätze mit

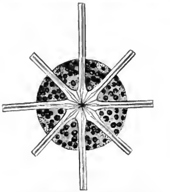


Fig. 121. Centralkapsel von *Acanthometra Claparedei* mit zahlreichen Kernen. Nach R. Hertwig, 1879, Taf. I, Fig. 5.

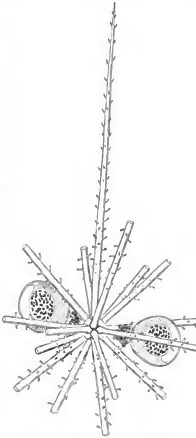


Fig. 122. *Astracantha paradoxa* n. sp.

den verschiedenen Teilen der riesigen Weichkörpermasse in Fühlung tritt und so die Störung des Gleichgewichtszustandes beseitigt (Taf. LXXV).

Bei den monocystinen (einkapseligen) Aulacanthiden sind die Centralkapsel und das die Stachelbasen beherbergende Phäodium nebeneinander oder besser wohl übereinander gelagert, womit ein Uebergang zur monaxon-ungleichpoligen Gestalt angebahnt ist (Textfig. 120), während bei den dicystinen (zweikapseligen) Formen (*Aulographis pandora* u. a.) durch Verdoppelung der Centralkapseln und vielfach ausgeprägt dicentrische Anordnung der Radialstacheln eine bilaterale Symmetrie des ganzen Organismus herbeigeführt wird (Textfig. 123). Man könnte sagen, daß in beiden Fällen sowohl die Centralkapsel als auch das Skelett nachgegeben haben und daß eben wegen der Schwierigkeit, Centralkapsel und Skelett in der Weichkörpermitte zu vereinigen, auf den homaxonen Gleichgewichtszustand verzichtet und zu abgeleiteten Grundformen übergegangen wurde.

Wieder in anderer Weise ist bei den Cölodendriden (Cölodendriden Haeckel + Cölographiden Haeckel; Taf. LXVIII, Fig. 507 u. a.; Textfig. 124) ein Gleichgewichtszustand hergestellt worden. Im geraden Gegensatz zu den Astracanthiden und Thalassothamniden, bei welchen die Centralkapsel den Platz geräumt hat, behauptet sie bei den Cölodendriden ihre Stellung in der Weichkörpermitte, während die radialen Skelettelemente auf zwei seitlich gelegene Centren konzentriert sind (Textfig. 124). Diese Anordnungsweise muß gleichzeitig mehreren Anforderungen genügen: einmal muß dem Wachstum, der Teilungsfähigkeit und außerdem eventuellen periodischen Größenschwankungen der Centralkapsel Rechnung getragen werden; ferner sind die inneren Stachelenden so zu fixieren, daß bei äußeren Stoßwirkungen die Centralkapsel nicht beschädigt wird, und daß überhaupt keine wesentlichen und unausgleichbaren Deformationen der ganzen Organisation eintreten können; und schließlich muß auch hier wieder dem Prinzip der Material- und Gewichtsersparnis genügt werden.

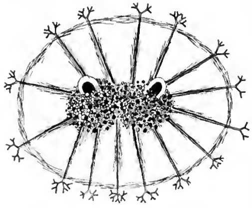


Fig. 123. *Auloceros arborescens dichodendrum.*

Schon bei den am einfachsten gebauten, sphärischen *Coelodendrum*-Arten sehen wir alle diese Forderungen in vollkommener Weise erfüllt. Die central gelegene Centralkapsel ist hier, wie bei allen anderen Cölodendriden sens. lat. (vergl. Textfig. 124) unmittelbar eingeschlossen von der inneren Schale, welche aus zwei dünnwandigen, hemisphärischen Klappen besteht. Jede Halbschale trägt einen schmalen, hohlen, quer zur Hauptachse der Centralkapsel gelegenen Wulst oder Bügel, die einfachste Form einer „Galea" (Textfig. 125). Dieser Bügel ist in der Mitte am höchsten und besitzt eine steilere, gegen die Astropyle der Centralkapsel gerichtete (orale) und eine flachere (aborale) Abdachung. An der Basis der Aboralfläche findet sich fast stets

eine Reihe kleiner, dicht über der Schalenklappe gelegener, arkadenähnlich angeordneter Fensteröffnungen, an der Basis der Oralfläche dagegen meistens eine einzige große und weite Thorbildung, die „Nasenöffnung" (Textfig. 125 *nö*). Die so beschaffenen Galeae dienen bei unseren sphärischen Formen als Postamente für die annähernd gleich stark entwickelten und im allgemeinen paarweise in zwei aufeinander senkrechten Ebenen angeordneten Dendriten, d. h. die hohlen, dichotomisch verästelten, die äußere Sarkodehaut tragenden Radialstacheln (1 Nasal- *(n)*, 1 Postnasal- *(pn)*, 2 Hauptseitendendriten *(hs)*). Es läßt sich ohne weiteres erkennen, daß der Bau der Schalenaufsätze selber und die Anordnung der radialen Skelettelemente eine derartige ist, daß „sämtliche von letzteren auf die Schalenklappe ausgeübten Druckwirkungen, mit Ausnahme der in die Apicalachse fallenden, sich gegenseitig aufheben" (1907, S. 144). Offenbar hat diese Druckverteilung den Zweck, daß bei einer wechselnden Vergrößerung und Verkleinerung des Centralkapselvolumens das Auseinanderweichen und Zusammentreten der inneren Schalenklappen stets in der Richtung der Apicalachse, d. h. in der die Apices der Galeae verbindenden Richtung, vor sich geht. Es wird damit vermieden, daß die Schalenklappen auf der Centralkapsel gleiten, sich mit ihren Rändern übereinander schieben oder die Oeffnungen der Centralkapsel dauernd verdecken können. Ferner wird durch die Galeae der von den Radialstacheln übermittelte Druck derart verteilt, daß eine Beschädigung der Centralkapsel durch die inneren Stachelenden verhindert wird, und endlich ist auch die Konstruktion der hohlen Schalenaufsätze und der Radialstacheln selber eine derartige, daß dem Prinzip der Material- und Gewichtsersparnis Genüge geleistet wird.

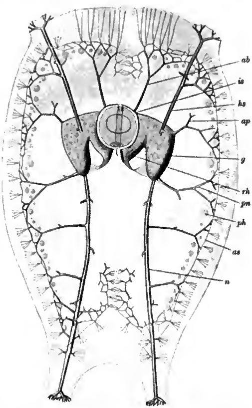


Fig. 124. *Coelographis antarctica* n. sp. Ansicht vom Schalenspalt aus. *ab* Aboraldendrit. *is* innere Schale. *hs* Hauptseitengriffel. *ap* Apicaldendrit. *g* Galea. *rh* Rhinocanna. *pn* Postnasaldendrit. *ph* Phäodellen. *as* äußere Gitterschale. *n* Nasalgriffel.

Eine Weiterentwickelung des einfachen wulst- oder bügelförmigen Galeatypus ist bei denjenigen Formen zu verfolgen, welche die sphärische Gestalt aufgegeben haben. Welche äußeren Faktoren sowohl bei den Cölodendriden (sens. lat.), wie bei anderen Tripyleengruppen derartige Abweichungen von der Kugelform herbeiführen, soll in einem späteren Kapitel gezeigt werden, hier sei nur erwähnt, daß speciell bei ersteren teils pyramidenähnliche, teils beil- oder schmetterlingsförmige Weichkörperumrisse zu stande kommen und daß damit eine ungleich mächtige Entwickelung der vier primären Dendriten im Zusammenhang steht. So sehen wir z. B. bei *Coelodendrum flabellatum* (Textfig. 126) den Postnasaldendriten *(pn)* besonders stark entfaltet, während der Nasaldendrit *(n)* und die beiden Hauptseitendendriten *(hs)* eine schwächere Ausbildung aufweisen. Mit dieser ungleichen Differenzierung der wichtigsten radialen Skelettelemente hängt aber eine Umformung der Galea zusammen: ebenso wie bei anderen Tripyleengruppen die Radialstacheln sich nicht direkt auf der Gitterschale erheben, sondern im Interesse der Druckverteilung entweder auf zeltförmigen Aufsätzen (S. 485, Textfig. 109 ff.) oder auf kegelförmigen Ausstülpungen der Schale (Textfig. 127) eingepflanzt sind, so sind auch bei den Cölodendriden diejenigen Teile der Galea, welchen die am stärksten entwickelten Radialelemente aufsitzen, kegel- oder schuppenförmig ausgezogen, so daß

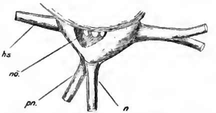


Fig. 125. Galea von *Coelodendrum ramosissimum*. *n* Nasaldendrit. *pn* Postnasaldendrit. *hs* Hauptseitendendriten. *nö* Nasenöffnung.

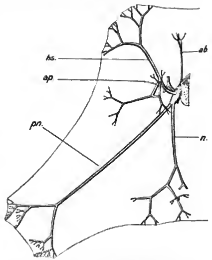


Fig. 126. *Coelodendrum flabellatum*. Halbes Skelett. *n*, *pn*, *hs*, *ap*, *ab* Nasal-, Postnasal-, Hauptseiten-, Apical- und Aboraldendrit.

also **die Gestalt der Galea durch die Zahl und das gegenseitige Größenverhältnis der besonders differenzierten Radialstacheln bestimmt wird**. Speciell bei unserem *Coelodendrum flabellatum* ist die Galea entsprechend der bedeutenden Verlängerung des Postnasaldendriten nach der Oralseite zu schuppenförmig ausgezogen, bei anderen Formen bedingen auch die Hauptseitendendriten (Taf. LXVI, Fig. 496) oder sogar Skelettelemente mehr sekundärer Art, wie der Aboraldendrit (Taf. LXX, Fig. 520 *ab*), kegelförmige Vorwölbungen der Galea und dementsprechend eine Veränderung ihrer Gesamtgestalt. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf den speciellen Teil (S. 351 ff.) hingewiesen, hier möge nur noch eine merkwürdige Differenzierung kurz besprochen werden, welche mit den Um-

bildungen der Galea im Zusammenhang steht, nämlich die Entstehung des Nasenrohres oder der Rhinocanna. Schon bei den einfacher gebauten, sphärischen *Coelodendrum*-Arten ist, wie wir gesehen haben, die orale Abdachung der Galea durch eine größere Oeffnung durchbrochen, welche den Innenraum der Galea in den Bereich der im Weichkörper sich abspielenden Cirkulations- und Stoffumsetzungsprozesse bringt (Textfig. 125). In dem Maße nun, wie mit ungleicher und zum Teil excessiver Entwickelung der radiären Skelettelemente die Galea eine mächtigere Ausdehnung erlangt, macht sich das Bedürfnis immer mehr geltend, den größer werdenden Innenraum in mehr regelmäßiger Weise auszunützen und durch Erweiterung jener Nasenöffnung dem Säftestrom besser zugänglich zu machen. Die mit der Nasenbildung verbundene Schwächung der oralen Galeawandung wird dabei zunächst kompensiert durch Differenzierung eines wulst- oder krempenartigen Thorbogens, mit dessen Rand die Stirnfläche der Galea durch ein paar dünne Spangen oder Streben verbunden ist. Dies ist z. B. bei *Coelodecas pumilio* (Textfig. 128) und bei *Coelotetraceras* (Taf. LXVII, Fig. 499) der Fall. Auf einer höheren Organisationsstufe stehen zahlreiche andere Formen, bei welchen die amboßförmige, sehr geräumige Galea zu einem regelmäßigen Depot für die Phäodellen oder, wie wir auch sagen können, zu einer wirklichen Verdauungshöhle geworden ist. An Stelle des weiten, von der Astropyle beträchtlich entfernten Thorbogens ist hier ein enges Nasenrohr, eine eigentliche Rhinocanna, getreten, durch welche die Galea direkt mit der Astropylengegend, d. h. mit der Stelle, wo Nahrungspartikel und Kernsekrete zusammenstoßen, verbunden wird (S. 499, Textfig. 124 *rh*).

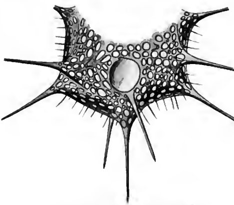


Fig. 127. *Castanidium Moseleyi circoporoides.*

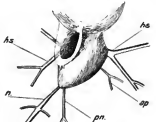


Fig. 128. Galea von *Coelodecas pumilio*. *hs* Hauptseitengriffel. *ap* Apicaldendrit. *pn* Postnasaldendrit. *n* Nasalgriffel.

Dadurch wird erstens eine bestimmt gerichtete Regulation des Säftestroms erreicht; sodann wird durch diese Einrichtung die Wandung der Galea in geringerem Grade geschwächt als durch das Vorhandensein eines weit offenen Thorbogens, und endlich erhält der amboßartig vorgezogene,

orale Abschnitt der Galea in Gestalt der Kieselbrücken (Frenula), welche von dem krempenförmig aufgewulsteten Oeffnungsrand der Rhinocanna zur Stirnfläche der Galea hinziehen, accessorische Stützen.

Während also bei den sphärischen Cölodendriden die Galea noch ausschließlich die Funktion eines Postamentes hat, welches gewisse Nebenwirkungen der centralen Stellung der Centralkapsel und der dicentrischen Anordnung der Radialstacheln auszugleichen im stande ist, ist speciell bei den Cölotholinen, Cölothyrsinen und Cöloplegminen zu der Hauptfunktion eine Nebenfunktion ernährungsphysiologischer Art hinzugekommen, und zwar stellt die Galea der letztgenannten Formen in jedem ihrer einzelnen Teile einen Kompromiß zwischen den beiden Funktionen dar.

Schwebeapparate.

Die meisten bisher besprochenen Formen, insbesondere die Mehrzahl der Aulacanthiden, besitzen eine große Zahl gleich langer Radialstacheln. Die von ihren Terminalbildungen getragene Außenhaut kann allerdings zwischen den einzelnen Spathillen kleine facettenartige Einbuchtungen bilden (Textfig. 106 u. a.), aber im großen ganzen zeigt doch der Weichkörper eine gleichmäßig gekrümmte Oberfläche und dementsprechend eine einfache, kugelige, ellipsoidische oder höchstens ei- oder birnförmige Gestalt. Besondere Apophysen, welche die Oberfläche vergrößern und damit den Formwiderstand und die Schwebefähigkeit erhöhen, sind nicht vorhanden: der Körper wird allein durch das geringere specifische Gewicht bestimmter Teile, insbesondere wohl der Calymmahülle und der Alveolen, schwebend erhalten.

Als Schulbeispiele für diesen Typus können einerseits *Aulographonium bicorne* (S. 483, Textfig. 106) mit seinen kandelaberartig, und *Auloscena verticillus* mit ihren fontänenartig angeordneten Terminalkronen (S. 485, Textfig. 109, 110), andererseits die kleinen, rundlichen *Coelodendrum*-Arten mit ihren regelmäßig gablig verzweigten, spathillenbewehrten Radialstacheln (Taf. LXIII, Fig. 488) gelten. Erstere beide Formen repräsentieren in ausgeprägter Weise den Doldentypus, letztere sind Vertreter des dichotomischen Typus.

Diesen einfacher gebauten Formen stehen nun fast in jeder Radiolariengruppe solche gegenüber, bei welchen der Körper im Interesse eines erhöhten Formwiderstandes und Schwebevermögens ein komplizierteres Oberflächenrelief aufweist. Ein solches kann entweder dadurch zu stande kommen, daß die immer noch in großer Zahl vorhandenen Radialstacheln gleichsinnige strukturelle Abänderungen gegenüber dem Dolden- oder dichotomischen Typus aufweisen, oder dadurch, daß die Zahl der radiären Skelettelemente wesentlich reduziert, ihre Länge aber in excessiver Weise ausgebildet ist.

Die erste Entwickelungsrichtung findet sich bei denjenigen Aulacanthiden, Aulosphäriden und Sagosphäriden, bei welchen die Radialstacheln nicht mit flach ausgebreiteten Terminalkronen versehen sind, sondern zahlreiche, bald unregelmäßig verteilte, bald in regelmäßigen Quirlen übereinander gestellte Aestchen tragen. Es kommt auf diese Weise das Bild einer Aehre, Traube oder Rispe zu stande, weshalb dieser Typus als monopodialer oder Aehren-Typus bezeichnet werden möge. Durch eine derartige Anordnung der Skelettverzweigungen wird bedingt, daß die Oberflächenhaut nicht, wie dies beim Dolden- und dichotomischen Typus der Fall ist,

durch eine sehr große Zahl annähernd auf gleichem Niveau befindlicher Stützpunkte (die Enden der Terminaläste) ausgespannt gehalten wird, sondern zwischen den benachbarten Radialstacheln tiefe Einbuchtungen aufweist (Textfig. 129) oder sich scheidenartig um die einzelnen quirltragenden Radialstacheln herumlegt (Textfig. 130). In Bezug auf die Verteilung der Aestchen können verschiedene Modifikationen auftreten:

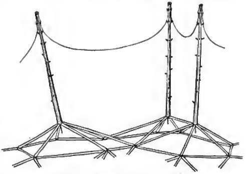


Fig. 129. Pyramiden von *Aulosccna pelagica*.

Der unregelmäßige Aehrentypus, bei welchem die meist mit kleinen Knöpfchen endenden Aestchen nicht quirlförmig gruppiert, sondern einzeln zerstreut oder höchstens paarweise angeordnet sind, findet sich z. B. bei dem bipolaren *Aulastrum spinosum* (Textfig. 131). Da im konservierten Material der Weichkörper der einzelnen Exemplare in sehr verschiedenem Grade eingebuchtet ist, so darf wohl angenommen werden, daß im lebenden Zustand, je nach dem wechselnden

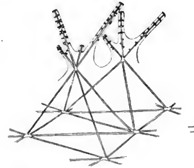


Fig. 130. Zwei Zelte von *Sagoscena elegans*.

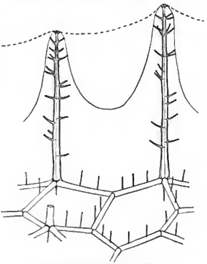


Fig. 131. Skelett von *Aulastrum spinosum*.

Gallertvolumen und physiologischen Gesamtzustand des Tieres, die äußere Sarkodehaut sich bald ziemlich gleichmäßig über die Enden der Radialstacheln herüberspannt (Textfig. 131,

punktierte Linie), bald tiefe Einbuchtungen zeigt und sich einer geringeren oder größeren Anzahl von Astknöpfchen anlegt.

Der regelmäßige Achrentypus mit quirlförmig angeordneten Aesten und mit ausgeprägt scheidenförmigen Weichkörperfortsätzen tritt besonders schön bei der von HAECKEL und HERTWIG in Messina beobachteten, die Oberflächenschichten bewohnenden *Aulosphaera elegantissima* hervor (Textfig. 132). Schon die nach dem lebenden Tier gezeichnete Abbildung R. HERTWIG's

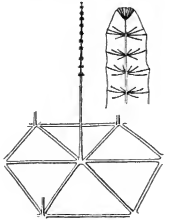


Fig. 132.

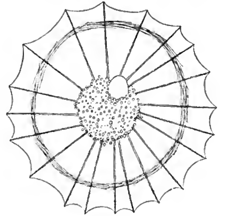


Fig. 135.



Fig. 133.



Fig. 134.

Fig. 132. Radialstachel von *Aulosphaera elegantissima.* Daneben das Stachelende vergrößert.

Fig. 133. *Aulacantha scolymantha typica.* (Die Figg. 133—135 sind bei gleicher Vergrößerung gezeichnet.)

Fig. 134. *Aulacantha scolymantha typica* mit vier Centralkapseln.

Fig. 135. *Aulacantha scolymantha bathybia.*

(S. 482, Textfig. 104) läßt sehr deutlich erkennen, wie die äußeren quirltragenden Stachelabschnitte scheidenartig vom Weichkörper umhüllt werden und wie von der Oberfläche dieser Scheiden die Pseudopodien ausstrahlen. Auch bei einigen in der Antarktis gefischten Exemplaren der „Gauß"-Ausbeute, welche nur durch die größere Zahl der Astquirle von der mediterranen Form unterschieden waren (vergl. 1904 a, S. 640; 1905, S. 346), ließen sich noch im konservierten Zustand deutlich die scheidenförmigen Uebergänge erkennen.

Eine kurze Besprechung verdient noch die bekannteste Tripyleenart, die *Aulacantha scolymantha.* Bei den im Golf von Neapel gefischten Exemplaren der mediterranen Zwergform *(Aul. sc. typica)* ragen, wenn die Tiere in die Hände des Beobachters gelangen, die äußeren Stachelteile scheinbar nackt über die Oberfläche des Weichkörpers hervor, und dementsprechend

sind denn auch die Aulacanthen in früheren Darstellungen abgebildet (vergl. Textfig. 133). Im „Valdivia"-Material stieß ich ebenfalls auf derartige Zustände, aber daneben fand ich eine größere Anzahl von wohlkonservierten Exemplaren, bei denen sich eine deutliche, baldachinartig von den Stacheln getragene Sarkodehaut nachweisen ließ, die Stachelspitzen also vollständig vom Weichkörper eingeschlossen waren. Es handelte sich teils um mehrkapselige Exemplare der Zwergform (Textfig. 134), teils um die große tiefenbewohnende *Aulacantha scolymantha bathybia* (Textfig. 135). Diese Befunde veranlaßten mich im Frühjahr 1905, in Neapel eine genauere Untersuchung der dortigen Aulacanthen nochmals vorzunehmen, und ich konnte nun in der That bei Lebendfärbung mit Methylenblau oder Neutralrot bei einzelnen Exemplaren zarte, plasmatische körnchenführende Stachelscheiden nachweisen, welche ganz wie bei *Aulosphaera elegantissima* die dornartigen Stacheläste eben noch bedecken. So lag denn die Annahme nahe, daß der nackte Zustand, in welchem die Aulacanthen den früheren Forschern zu Gesicht gekommen sind, kein ganz natürlicher ist, daß vielmehr die Stacheln unter normalen Lebensbedingungen sei es in der einen, sei es in der anderen der von mir beobachteten Formen stets von Weichkörperteilen bedeckt sind.

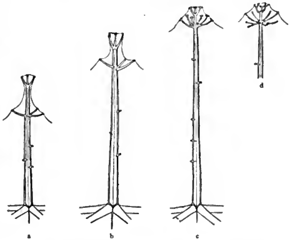


Fig. 136. Stachelvarianten von *Aulosphaera bisternaria*. a modifizierter Aehrentypus. b typische Form, beide aus warmen Meeresgebieten. c, d modifizierter Doldentypus aus der Antarktis.

Speciell zwischen dem Dolden- und Aehrentypus bestehen selbstverständlich alle möglichen Uebergänge. So kann bei Formen mit nur zwei Astquirlen, wie z. B. bei *Aulosphaera bisternaria* (Textfig. 136b), bald ein modifizierter Doldentypus (Textfig. 136c—d), bald ein Aehrentypus einfacherer Art (Textfig. 136a) zu stande kommen, je nachdem der subterminale Astquirl dicht unter den terminalen heranrückt oder weit von ihm abliegt und je nachdem eine starke Vermehrung der Aeste oder eine Reduktion der Astzahl eintritt. Auch können innerhalb solcher Gruppen, bei denen die Stacheln den Doldentypus in regelmäßiger und besonders ausgeprägter Weise zeigen, auf Grund eines vielleicht sekundären Entwickelungsganges Bildungen zu stande kommen, welche in funktioneller Hinsicht dem Aehrentypus gleichwertig sind. Dies ist z. B. bei der Aulacanthidengattung *Aulographonium* der Fall, innerhalb welcher einige Arten,

z. B. *Aulographonium antarcticum* (Textfig. 137), den Doldentypus in geradezu excessiver Weise entwickelt haben, während bei anderen, z. B. *Aul. mediterraneum* (Textfig. 138), die Dolde auf einen centralen und einige wenige (meist nur vier) seitliche Aeste beschränkt ist und so eine Annäherung an den Aehrentypus erfährt. Durch die starke Verlängerung des centralen Astes und die dadurch bewirkte fingerförmige Vortreibung des Weichkörpers wird offenbar auch hier eine beträchtliche Oberflächenvergrößerung herbeigeführt. Auch in der Gattung *Aulospathis* finden sich neben zweietagigen Dolden oder Trugdolden (*Aulosp. triodon*. Taf. VII, Fig. 78, 79) und echten Aehren (*Aulosp. aulodendroides*, Fig. 71) Stachelstrukturen, welche genau derjenigen von *Aulographonium mediterraneum* entsprechen (*Aulosp. monodon*, Fig. 80).

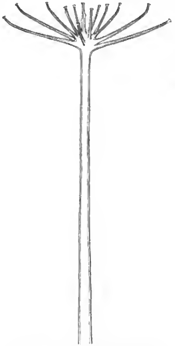


Fig. 137. *Aulographonium antarcticum* n. sp. Excessiver Doldentypus.

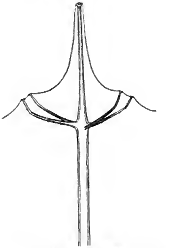


Fig. 138. *Aulographonium mediterraneum* var. Annäherung an den Aehrentypus.

Den bisher besprochenen Verzweigungsformen steht eine weitere Modifikation der Radialstacheln gegenüber, die als Griffeltypus unterschieden werden mag. Die radiären Skelettelemente schlagen in diesem Falle eine verschieden mächtige Entwickelung ein, und zwar wachsen wenigstens einige von ihnen zu langgestreckten, mit Anhängen verschiedener Art ausgestatteten Apophysen aus, welche in erster Linie die Bedeutung von Schwebeapparaten haben dürften (die „Füße" der Tuscaroriden, die „styles" oder „Griffel" der Cölographiden). Bei denjenigen Familien, welche bisher hauptsächlich unseren Gegenstand gebildet haben, bei den Aulacanthiden, Aulosphäriden

und Sagosphäriden, ist diese Entwickelungsrichtung nirgends eingeschlagen worden, höchstens kann angeführt werden, daß einige ei- oder birnförmige Aulosphäriden an den beiden Polen und an den Seitenwandungen eine ungleich starke Entfaltung der Radialstacheln aufweisen, ohne daß jedoch eine Verringerung ihrer Zahl und ein excessives Hervortreten einzelner Elemente wahrzunehmen wäre (vergl. Taf. XI, Fig. 110, 111). Dagegen zeigen die drei Gruppen der Phäocalpien, Phäogromien und Phäodendrien das Gemeinsame, daß mit zunehmender Entfernung vom einfachen, vielstrahligen Grundtypus eine immer weiter gehende Differenzierung einzelner radiärer Skelettelemente und damit eine immer vollkommnere Ausbildung des Schwebeapparates hervortritt.

Was zunächst die Phäocalpien (Castanelliden, Circoporiden, Tuscaroriden) anbelangt, so wird die Entwickelung des Griffeltypus schon bei den vielstrahligen Castanelliden und Circoporiden vorbereitet. Am Anfang der Differenzierungsreihe, welche im übrigen in der Radiolariengruppe der Sphärellarien eine vollkommene Parallele findet, stehen solche Arten, deren kugelige oder der Eiform sich nähernde Gitterschale von einem dichten Mantel gleich langer und mäßig stark entwickelter Radialstacheln, sogenannter Nebendornen, bedeckt ist, von denen sich je einer in jedem Knotenpunkte des Gitterwerkes erhebt. Diese Formen, welche großenteils zur Gattung *Castanella* (Taf. XXXIV, Fig. 260—262) gehören, finden in den Sphärellariengattung *Acanthosphaera* ihr getreues Gegenstück (Taf. LXXXIII, Fig. 574). Mehr und mehr macht sich dann eine Differenzierung zwischen Hauptstacheln und Nebendornen bemerklich, ein Verhalten, welches die Gattungen *Castanissa* (Taf. XXXV, Fig. 267) und *Haeckeliana* (Taf. XX, Fig. 176, 177) und auf der anderen Seite die Sphärellariengattungen *Hexacontium* und *Heliodiscus* (Taf. LXXXIII, Fig. 576 und 580) zeigen. Wie dies gut konservierte Exemplare des „Valdivia"-Materials erkennen lassen, sind auch bei den Castanelliden (und wohl auch bei den Haeckelianen und Sphärellarien) die Radialstacheln in ihrer ganzen Länge vom Calymma eingeschlossen, und von ihren Spitzen wird die extrakalymmale Sarkodehaut baldachinartig getragen (Taf. XXXVI, Fig. 274). Zweifellos können auch bei diesen Formen Volumschwankungen eintreten und demgemäß facettenartige Einbuchtungen der Außenhaut gebildet werden, aber zu einer besonders wirksamen Oberflächenvergrößerung dürfte es wohl in allen diesen Fällen noch nicht kommen.

Während zunächst die Zahl der Hauptstacheln keine begrenzte ist und z. B. bei den Haeckelianen bis zu 55, bei der Gattung *Circostephanus* bis zu 40 betragen kann, wird sie bei anderen Phäocalpien, ähnlich wie bei den Sphärellarien, aus statischen Gründen und im Interesse der Materialersparnis mehr und mehr reduziert und gleichzeitig in bestimmter Weise normiert. Da nämlich nicht bloß die Anforderungen des statischen Gleichgewichtes, sondern auch die Funktion der Radialstacheln als Stützen und Druckfänger eine gleichmäßige Verteilung dieser Gebilde auf der zunächst kugeligen Schalenoberfläche bedingen, und da aus geometrischen Gründen eine solche Verteilung nur bei ganz bestimmten Zahlen möglich ist, so ist es eine natürliche Sache, daß schon bei mehreren Castanelliden (einzelne Exemplare von *Castanidium sol*, Taf. XXXVI, Fig. 273, und *C. Moseleyi circoporoides*, Taf. XXXIX, Fig. 293) die Zahl der Radialstacheln zunächst auf zwanzig, dann aber weiterhin, bei den höher differenzierten Circoporiden, auf zwölf und sechs fixiert wird (Taf. XXI, Fig. 179, 178; Taf. XX, Fig. 171—173). Die Schalen erhalten dann mehr und mehr die Form der verschiedenen regulären Polyëder.

Es läßt sich durch einen einfachen Versuch, auf welchen mich ein junger Maschineningenieur, Herr stud. R. Krauss, hingewiesen hat, zeigen, daß thatsächlich sternförmigen Körpern, deren Strahlen den Achsen von regulären Polyëdern entsprechen, in hohem Maße das Vermögen zukommt, einen einseitig wirkenden Druck auszuhalten und auszugleichen. Wenn man aus einer weichen, plastischen Masse, z. B. aus Brotteig, eine Kugel anfertigt, so wird diese, wenn sie gegen einen festen Gegenstand geworfen wird, eine Abplattung erfahren. Wenn man aber z. B. einen regelmäßig sechsstrahligen Körper aus der nämlichen Substanz mit aller Gewalt gegen den Boden schleudert, so wird er keine Abplattung oder sonstige Deformation aufweisen (1906 b, S. 37).

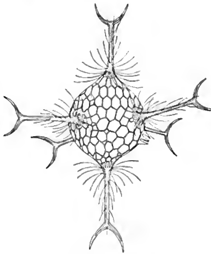


Fig. 139. *Circospathis sexfurca.*

Indem nun eine immer geringere Menge von Radialstacheln die stützende Funktion auf sich konzentriert, werden die Anforderungen an ihre Druckfestigkeit immer größere, und so sehen wir, wie sich die Schalenwandung im Umkreis der Radialstacheln mehr und mehr zu pyramidenförmigen Stachelsockeln auszieht, welche die nämliche Funktion als „Druckverteiler" besitzen, wie die Pyramiden und Zeltbildungen vieler Aulosphäriden und Sagosphäriden (vergl. *Castanidium Moseleyi*, S. 499, Textfig. 127). Die Aehnlichkeit der allgemeinen Strukturverhältnisse mit denjenigen der Aulosphäriden und Sagosphäriden wird aber dadurch noch größer, daß schon bei einigen Castanelliden (Taf. XXXV, Fig. 271 u. a.), insbesondere aber bei der Mehrzahl der Circoporiden (Taf. XX und XXI, sowie Textfig. 139) die Radialstacheln mit gabel- oder doldenförmigen Terminalbildungen ausgestattet werden. Wie die radiären Skelettelemente beispielsweise der *Auloscena*-Arten, so gliedern sich also auch hier die Radialstacheln in eine druckfangende Krone, einen druckleitenden Schaft und einen druckverteilenden Sockel.

Im bisherigen Entwickelungsgange geht mit der zunehmenden Differenzierung der Radialstacheln nur insofern eine Erhöhung des Schwebevermögens Hand in Hand, als augenscheinlich durch Verlängerung und Verstärkung der radiären Skelettelemente eine Vergrößerung der als hydrostatischer Apparat dienenden Calymmahülle ermöglicht wird. Nur bei den sechsstrahligen *Circoporus*-Arten (Taf. XX, Fig. 171—174; Textfig. 139) wird wahrscheinlich auch der ganze Weichkörper in sechs Fortsätze ausgezogen, so daß hier auch auf dem Wege der Oberflächenvergrößerung und der Vermehrung des Formwiderstandes die Schwebefähigkeit gesteigert wird.

Was bei den Circoporiden erst angebahnt ist, das ist bei der nahestehenden Gruppe der Tuscaroriden zur höchsten Vollendung gelangt. Die geringe Zahl, die ganze Struktur und vor

allem die außerordentliche Länge der Radialstacheln — bei *Tuscarantha Luciae* (Taf. XXVII, Fig. 207) sind sie mindestens 0,6, bei *Tuscaretta tubulosa* (Taf. XXIII, Fig. 181) mindestens 1,2 cm lang! — lassen es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die Zwischenräume zwischen den Radialstacheln nicht vollständig von Weichkörpermassen ausgefüllt sind, wie z. B. bei den Aulacanthiden oder Castanelliden, daß vielmehr die Stacheln nur von einem verhältnismäßig dünnen Sarkode- und Gallerteüberzug bedeckt sind und zusammen mit dem letzteren lange, frei ins Medium ragende, die Schwebefähigkeit erhöhende Apophysen bilden (Taf. XXII, Fig. 180).

In der That wurden auch in einzelnen Fällen Radialstacheln gefunden, welche von einer zarten, körnchenführenden Plasmascheide umgeben waren. Wenn dies nicht öfters der Fall gewesen ist, wenn vielmehr in der Mehrzahl der Fälle die Tuscarorenstacheln vollkommen nackt erscheinen, so hängt dies offenbar damit zusammen, daß die im Netz erbeuteten Tuscaroren, ähnlich den zartplasmatischen Aulosphäriden und Sagosphäriden, infolge der enormen Druckveränderungen und wohl auch infolge der mechanischen Insulte, denen sie beim Heraufziehen ausgesetzt sind, den größten Teil ihrer Weichkörperteile und damit auch die Stachelhüllen einbüßen.

Wenn nach dem Bisherigen den Radialstacheln der Tuscaroriden in erster Linie die Bedeutung von Schwebeapparaten zukommt, so haben sie sicherlich daneben auch die Aufgabe von Fangorganen übernommen. Die gelblichen Körnchen, welche innerhalb der Plasmascheiden auftreten, sind offenbar nichts anderes als Nahrungskörper pflanzlicher Abkunft (Algensporen oder Detritus), welche durch die Radialstacheln, mit oder ohne Hilfe von Pseudopodien, festgehalten worden sind und durch die in den Weichkörperscheiden cirkulierende Plasmaströmung dem Innenraum der Schale und dem Phäodium zugeführt werden.

Auch sonst können den Radialstacheln der Tuscaroren allerhand Nebenfunktionen zufallen. So halten die Oralstacheln von *Tuscarilla nationalis* zwischen ihren basalen Abschnitten eine Membran oder Sarkodefalte ausgespannt (Taf. XXII, Fig. 180), welche wohl nach Art einer Spannhaut oder eines Fallschirmes dazu beiträgt, das Schwebevermögen zu erhöhen. Ferner haben bei den koloniebildenden Formen die Seitenäste der Radialstacheln, welche sonst als kurze Dornen ausgebildet sind und offenbar den Plasmascheiden einen besseren Halt gewähren sollen, an den Basalteilen der Aboralstacheln die Gestalt von Häkchen und dienen dazu, die Einzelgehäuse in der gemeinsamen Gitterschale locker zu verankern (Taf. XXIII, Fig. 181).

Analoge Verhältnisse, wie die Tuscaroren, zeigen die größeren, hochspecialisierten Phäodendrien und Phäogromien, bei welchen auf Grund eines ähnlichen Differenzierungsprozesses, wie wir ihn bei den Phäocalpien im einzelnen verfolgt haben, mächtige, mit Büscheln von Ankerfädchen reich besetzte „Griffel" zur Ausbildung gelangt sind (S. 482, Textfig. 103). Bei Betrachtung dieser Gebilde wird man zunächst geneigt sein, die Ansicht von Haeckel und Dreyer für richtig zu halten, wonach die Griffel in erster Linie die Aufgabe von Fangorganen haben und insbesondere den Ankerfädchen eine wichtige Rolle beim Festhalten der Nahrungskörper zukommt. Indessen hat schon Bütschli, wie bereits erwähnt wurde, gezeigt, daß bei der Gattung *Coelothamnus* das ganze Skelett, einschließlich der Terminalkronen und der Seitenbäumchen der Griffel, von der Gallerte und somit auch von der extrakalymmalen Sarkodehaut eingeschlossen ist, und ich selbst habe im „Valdivia"-Material zahlreiche

Hinweise darauf gefunden, daß die Beobachtung BÜTSCHLI's auch für die übrigen, mit langgestreckten Apophysen versehenen Phäodendrien Gültigkeit hat, daß also die Vermutung HAECKEL's nicht das Richtige trifft, wonach bei den Cölographiden die Terminalkronen und die „anchor pencils" über die Oberfläche des Calymmas hervorragen. Es sei hier insbesondere auf die Abbildungen von *Coelographis* (s. oben Textfig. 124; Taf. LXVII, Fig. 503), *Coelodiceras* (Taf. LXIV, Fig. 493) und *Coelanthemum* (Taf. LXVIII, Fig. 507) hingewiesen, welche sämtlich nach Exemplaren mit teilweise erhaltener extrakalymmaler Sarkodehaut angefertigt sind und erkennen lassen, daß die Ankerfädchen vollständig in die Weichkörperteile eingeschlossen sind, also nicht die Bedeutung von Fangapparaten haben können. Wenn aber letzteres nicht der Fall ist, so wird man sagen dürfen, daß auch bei diesen hochspezialisierten Phäodendrien die Griffel selber mit den von ihnen gestützten Weichkörperausstülpungen in erster Linie dazu dienen, die Oberfläche und damit den Formwiderstand zu vergrößern. Angesichts der bedeutenden Länge dieser Ausstülpungen — bei *Coelothyrsus cypripedium* (Taf. LXV, Fig. 494) sind die Griffel mindestens 7 mm lang — dürfte ihnen eine sehr beträchtliche Wirkung zuzuschreiben sein.

Was für die mit Griffeln ausgestatteten Phäodendrien anzunehmen ist, dürfte auch für jene Gruppe von wunderbar organisierten Tiefsee-Organismen Geltung haben, welche von ihren vermutlichen Stammformen, den einfacher gebauten Medusettiden, so weit abweichen, daß man für sie, nach dem Vorschlag BORGERT's, eine ganze Anzahl neuer Familien aufstellen könnte, nämlich die Gazelletten (Taf. LVI, Fig. 454), Planktonetten (Taf. LV, Fig. 446) und Atlanticellen (Taf. LX, Fig. 461). Speciell bei den zwei erstgenannten Gruppen sind die Radialstacheln in ganz ähnlicher Weise, wie die „Griffel" der Cölotholinen und Cölothyrsinen, mit Terminalkronen und mit Büscheln von Ankerfädchen ausgestattet, und wenn auch bei keinem meiner Exemplare der ganze Weichkörper erhalten war, so halte ich es doch nicht für zweifelhaft, daß auch bei diesen Formen die radialen Skelettelemente samt ihren terminalen und seitlichen Anhängen in futteralartigen Ausstülpungen des extrakapsulären Weichkörpers stecken (vergl. die Rekonstruktion in Textfig. 140). So wenig wie bei den Cannosphären und bei den Phäodendrien werden also hier die Ankerfädchen den heranschwimmenden Nahrungspartikelchen gewissermaßen entgegengestreckt, vielmehr handelt es sich offenbar bei den Radialstacheln und ihren Anhängen in erster Linie um einen Stützapparat für die der Oberflächenvergrößerung dienenden Weichkörperausstülpungen.

Wenn also auch die „Griffel" der Phäogromien und Phäodendrien nicht mittelst ihrer Ankerfädchen die Aufgabe von Fangapparaten erfüllen, so ist es doch natürlich, daß auch bei diesen Formen durch die bedeutende Vergrößerung der Weichkörperoberfläche, wie sie durch die Einrichtung von Schwebeapparaten bedingt ist, die Nahrungsaufnahme erleichtert wird. So spielen denn auch die Griffel, trotz der andersartigen Bedeutung der Ankerfädchen, gleichzeitig die Rolle von Fangorganen, sei es, daß von ihnen besonders starke und besonders weitreichende Pseudopodien ausstrahlen, oder daß sie einfach dazu dienen, nach Art von Leimruten, den von den Oberflächenschichten herabsinkenden Detritus festzuhalten.

Es sei hier zum Schluß noch eine besondere Differenzierung von *Planctonetta* erwähnt, welche ebenfalls in die Kategorie der (unveränderlichen) Schwebeapparate zu rechnen ist, nämlich die von FOWLER entdeckte und als Floß bezeichnete ellipsoidische Blase, welche mit ihrer kieseligen Wandung wahrscheinlich einen sehr dünnflüssigen, gallertigen Inhalt einschließt

und durch regelmäßig angeordnete Stützfäden teils mit der Schale, teils mit dem intraphäodialen Stützskelett verbunden ist (Textfig. 140 *f*).

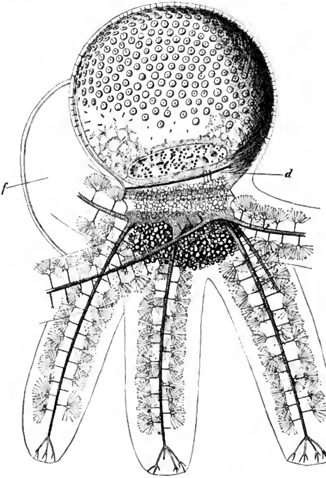


Fig. 140. *Planktonetta atlantica.* *d* Diaphragma. *f* Floß.

Sink- und Steigapparate.

a) Die Alveolen als Schwebeeinrichtungen.

Wie aus den Untersuchungen früherer Autoren und insbesondere Brandt's (1897) hervorgeht, schweben speciell die Thalassicollen und die koloniebildenden Polycyttarien in der Weise, daß sie ihr specifisches Gewicht dem Meerwasser gleich machen. Da nun aber die Sarkodeteile schwerer als das Meerwasser sind, so muß ihr Gewicht durch andere Substanzen kompensiert werden, welche specifisch leichter als das letztere sind. Als solche Substanzen können nur die Gallerte und die als „Vakuolen" oder „Alveolen" bezeichneten Flüssigkeitstropfen in Betracht kommen. Was die Gallerte anbelangt, so ist diese nach den Untersuchungen Brandt's sicher leichter als der Plasmakörper und, wenigstens bei jugendlichen Kolonien, auch noch leichter als das Seewasser, in anderen Fällen, so nach Verworn bei *Thalassicolla*, ist sie jedoch schwerer als das Seewasser und dürfte also nicht das ganze, sondern nur einen Teil des Körpergewichtes kompensieren. Die Flüssigkeitstropfen dagegen sind wohl immer specifisch leichter als das Meerwasser und besitzen daher in erster Linie die Funktion eines Schwebeapparates. Nach Brandt handelt es sich stets um Tropfen einer gallertigen Flüssigkeit, welche nicht von einer Membran umgeben und demnach nicht als Alveolen, sondern als echte Vakuolen im Sinne der älteren Autoren zu bezeichnen sind. Das geringe specifische Gewicht dieser Flüssigkeitstropfen beruht darauf, daß ein Teil der Seesalze durch Atmungskohlensäure ersetzt ist.

In terminologischer Hinsicht sei gleich hier hinzugefügt, daß die Unterscheidung zwischen membranumhüllten Alveolen und nackten Vakuolen infolge der Schwierigkeit der mikrohistologischen Untersuchung selbstverständlich nicht immer durchführbar ist und thatsächlich auch von den meisten neueren Autoren nicht festgehalten wird [1]). Ich selbst habe im Systematischen Teil dieser Arbeit die Gallerttröpfchen der intrakapsulären Sarkode der Tripyleen meist mit dem veralteten und im ganzen wenig sinnentsprechenden Namen „Vakuolen" bezeichnet und später bei der Beschreibung der großen Collodarien (*Thalassoxanthium, Thalassothamnus, Oroscena*) den mir zweckmäßiger erscheinenden Ausdruck „Alveolen" angewandt, ohne jedoch damit irgend einen Gegensatz aufstellen zu wollen. Es mag also ganz dahingestellt bleiben, ob die Sarkode um die Flüssigkeitströpfchen herum membranartig verdichtet ist, wie dies sicherlich für eine besondere Gruppe von Gallerttropfen, nämlich für die „häutigen Stachelanlagen" der Aulacanthiden und Aulosphäriden gilt (siehe III. Abschnitt), oder ob sie vollkommen nackt im Weichkörper liegen.

Wie bei den Collodarien und Polycyttarien, so dürften auch bei den Tripyleen die Gallerte und Alveolen die Bedeutung eines Schwebeapparates haben. Bei den meisten tiefenbewohnenden Formen ist allerdings über die Beschaffenheit und das gegenseitige Verhältnis der Gallerte und der extrakapsulären Alveolen nichts bekannt, dagegen sind speciell die intrakapsulären Alveolen auch im konservierten Material stets gut erhalten.

1) Auch in der Anatomie werden unter Alveolen bald mehr die Hohlräume allein (Alveolen der Zähne), bald die Hohlräume samt dem sie auskleidenden Epithel (Alveolen der Lungen) verstanden.

In einigen Fällen nun, z. B. bei den Planktonetten (Taf. LVII, Fig. 455; Textfig. 140), Nationaletten (Taf. LIV, Fig. 443) und Atlanticellen (Syst. Teil, S. 297, Textfig. 38), verschmelzen die intrakapsulären Alveolen auf der Parapylenseite der Centralkapsel zu einer mächtigen Gallertmasse, durch welche die Centralkapsel zu einer großen, dünnwandigen Blase aufgebläht wird. Wenn nun auch natürlich am toten Material ein strenger Beweis nicht geliefert werden kann, so dürfte es doch angesichts mancher naheliegender Parallelen und im Hinblick auf die zunehmende Reduktion, welche die sonst als Schwebeapparate dienenden Radialstacheln innerhalb obiger Formenreihe erfahren, kaum einem Zweifel unterliegen, daß in diesen Fällen die Centralkapsel selber, dank der mächtigen Entfaltung der specifisch leichten Alveolarsubstanz, die Funktion eines Schwebeapparates übernommen hat. Das Gleiche gilt wohl auch für die Astracanthiden (S. 495, Textfig. 122), bei welchen die Centralkapsel im Rücken des Kernes von einer großen, linsenförmigen Alveole ausgefüllt ist.

Wenn nun aber in diesen extremen Fällen die Ansammlungen von Alveolarsubstanz innerhalb der Centralkapsel als eine die Schwebfähigkeit erhöhende Einrichtung aufgefaßt werden müssen, so ist es sehr naheliegend, auch den zahlreichen, meist sehr großen und dicht gedrängten Alveolen, welche sich bei der Mehrzahl der Tripyleen innerhalb der intrakapsulären Sarkode vorfinden, die nämliche Aufgabe, wenn auch vielleicht in etwas geringerem Maße, zuzuschreiben. So bin ich denn zu der Auffassung gelangt, daß die intrakapsulären Alveolen der Tripyleen die Bedeutung haben, das specifische Gewicht der Centralkapsel und des ganzen Tieres überhaupt zu vermindern, und daß vielleicht die Nebenöffnungen der Centralkapsel, die Parapylen, über deren Funktion meines Wissens noch keine bestimmte Ansicht geäußert worden ist, die zeitweise Entleerung dieser Alveolen oder wenigstens bestimmter Substanzen derselben ermöglichen.

Aus der Annahme, daß die Centralkapsel dank dem Vorhandensein der intrakapsulären Alveolen ein verhältnismäßig geringeres Gewicht besitzt, als reine Sarkode, ist die weitere Folgerung abzuleiten, daß sie insbesondere leichter als der phäodiale Teil des Weichkörpers ist, dessen Inhalt ja großenteils aus leeren Diatomeenschalen und anderen Sinkstoffen besteht, und so kam ich denn zu bestimmten Vorstellungen bezüglich der räumlichen Orientierung derjenigen Formen, bei welchen die Centralkapseln einseitig innerhalb einer großenteils geschlossenen Schale gelegen sind, vor allem der Tuscaroren (Taf. XXII, Fig. 180), der Challengeriden (Taf. LI, Fig. 419) und Conchariden (Taf. LXI, Fig. 474). In teilweisem Gegensatz zu der von Haeckel, Borgert u. a. angenommenen Orientierung bin ich der Meinung, daß die durch ihre Alveolarsubstanz erleichterten Centralkapseln im allgemeinen oben, dagegen der durch den Algen- und Diatomeendetritus erschwerte phäodiale Teil und die diesem vorgelagerte Schalenöffnung (das Pylom) unten liegen, eine Auffassung, welche in manchen Strukturverhältnissen des Skelettes eine Stütze finden würde. Es möge hier bezüglich der Einzelheiten auf den Systematischen Abschnitt hingewiesen werden (S. 188, 248, 319).

Wie bereits im vorigen Kapitel gezeigt worden ist, wird das durch die Leichtigkeit des Gallertmantels und der Alveolensubstanz bewirkte Schwebvermögen bei vielen Formen durch eine Anzahl von besonderen Skelettstrukturen gesteigert. Das Skelett trägt also in diesen Fällen selber dazu bei, die Wirkung des vermehrten Uebergewichtes, welches der Körper eben durch die Entfaltung von Skelettsubstanz erhält, einigermaßen wieder auszugleichen.

b) Die Alveolen als Sink- und Steigapparate.

Die hydrostatischen Einrichtungen der Radiolarien bewirken, soweit sie bisher besprochen worden sind, ein Schweben des Körpers in einer bestimmten Wasserschicht. Nun kommt aber vermutlich allen Radiolarien[1]) die Fähigkeit einer vertikalen Ortsbewegung zu, und zwar beruht dieses Vermögen, wie vor allem Brandt nachgewiesen hat, speciell bei den Collodarien und Polycyttarien auf einer Regulierbarkeit des hydrostatischen Apparates. „Mit äußerst geringem Aufwande an Kraft und Stoff", sagt Brandt, „kann das Tier leicht eine Vergrößerung bezw. Verringerung seines specifischen Gewichtes herbeiführen. In den meisten Fällen wird ein Untersinken durch Entleerung einiger, vieler oder sämtlicher Vakuolen bewirkt, ein Wiederaufsteigen durch Herstellung des früheren Zustandes, d. h. durch Sekretion neuer Vakuolenflüssigkeit. Das Schwinden von Vakuolen bedingt eine Vermehrung, die Neubildung solcher Flüssigkeitsansammlungen eine Verminderung des specifischen Gewichtes. Das Untersinken geschieht unter natürlichen Verhältnissen auf Grund äußerer Reize (mechanischer bezw. thermischer), während die Herstellung des früheren Schwebeapparates und darauf das Wiederaufsteigen nach dem Aufhören des betreffenden Reizes erfolgt."

Ueber die erste Entstehung und Zusammensetzung der Alveolen, über die Frage, ob auch der andere Bestandteil des hydrostatischen Apparates, die Gallerte, bei der vertikalen Ortsbewegung Veränderungen eingeht, und über andere Einzelheiten verwandter Art ist zur Zeit nur wenig bekannt. Vor allem wissen wir noch nicht, inwieweit wir die Ergebnisse Brandt's auch auf andere Radiolarien und speciell auf die Tripyleen übertragen dürfen, ob also auch bei diesen das Sinken und Steigen auf einer Volumverringerung bezw. Vermehrung der Alveolarsubstanz beruht. Zunächst stehen jedenfalls einer einfachen Uebertragung große Schwierigkeiten im Wege, insofern ja, wie ein Blick auf Textfig. 131 (S. 501) ohne weiteres zeigt, bei Formen mit strahlig angeordneten Radialstacheln jede Volumverminderung der Alveolen und damit des Weichkörpers mit einer Oberflächenvergrößerung des letzteren Hand in Hand geht. Es würden also dann zwei Faktoren einander entgegenwirken, nämlich einer, der die Senkung, und einer, der die Hebung oder wenigstens eine Erhöhung des Schwebevermögens herbeiführt, und Entsprechendes würde eintreten bei einer Volumvergrößerung und der damit verbundenen Glättung der Weichkörperoberfläche.

Wie diese Widersprüche zu erklären sind, ist zur Zeit nicht zu übersehen, und man wird höchstens vermuten dürfen, daß sich vielleicht die einzelnen Radiolariengruppen verschieden verhalten, indem von den beiden in Betracht kommenden Faktoren bald die durch Volumschwankungen bedingte Gewichtsveränderung, bald die Vermehrung und Verminderung des Formwiderstandes eine größere Rolle spielen kann (vergl. 1904 a, S. 618). Auf jeden Fall steht hier, wie schon Brandt hervorhebt, der Forschung, insbesondere der chemischen und physikalischen Untersuchung noch ein weites Feld offen.

c) Accessorische Steig- und Sinkapparate.

Wenn nun auch speciell bei den Tripyleen über den aktiven Steig- und Sinkapparat keine bestimmten Aussagen gemacht werden können, so weist doch eine Reihe von

1) Ueber vertikale Wanderungen der Acanthometriden vergl. Vanhöffen (1897).

Umständen mit Bestimmtheit darauf hin, daß auch die Tripyleen vertikale Wanderungen, und zwar vermutlich in regelmäßiger Weise, ausführen. Ich erinnere nur an ihre Abhängigkeit vom Phytoplankton (s. II. Abschnitt), an ihr wechselndes Auftreten in den Oberflächenschichten des Mittelmeeres (Lobianco, Lohmann), an das scheinbar ausschließliche Vorkommen der Fortpflanzungsstadien der Challengeriden in tieferen Meeresschichten (Syst. Teil, S. 251). Bestehen aber solche vertikale Ortsbewegungen wirklich, so werden ohne weiteres zahlreiche Strukturverhältnisse verständlich, welche sonst nicht gedeutet werden könnten, die aber sofort eine einfache Erklärung finden, wenn man sie zur Vertikalbewegung in Beziehung bringt. Man wird also in diesen Fällen von accessorischen Steig- und Sinkapparaten sprechen dürfen.

Eine ganze Anzahl von Challengeriden besitzt eine der Hauptsache nach linsenförmige Schale, und zwar ist diese im lebenden Zustand zweifellos so orientiert, daß die Aequatorebene der Linse in die Richtung der Schwerkraft zu liegen kommt. Es geht dies mit Sicherheit daraus hervor, daß an einer Stelle des Linsenumfanges ein einseitig entwickelter Fortsatz, das Peristom, angebracht ist, welches aus statischen Gründen nur in der Richtung der Schwerkraft gelegen sein kann und damit also auch der Schale selbst jene Lage vorschreibt. Nun findet man aber, daß bei einer tiefenbewohnenden Form, *Challengeria Naresi*, der Rand der im ganzen linsenförmigen Schale sich kielförmig verjüngt (Textfig. 141) und daß bei einigen anderen

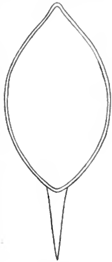


Fig. 141.

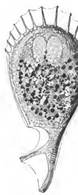


Fig. 142.

Fig. 141. *Challengeria Naresi.* Kantenansicht.

Fig. 142. *Challengeron armatum* mit Centralkapsel, Phäodium und kielförmiger Sarkodefalte.

Arten, z. B. *Challengeron armatum*, der Schalenrand mit einem Kranze radiär gerichteter Stacheln besetzt ist, welche zusammen mit der von ihnen getragenen Sarkodefalte ebenfalls eine Art von Kiel bilden (Textfig. 142). Ich möchte es für sehr wahrscheinlich halten, daß diese kielartigen Bildungen dazu bestimmt sind, bei vertikalen Ortsveränderungen den Wasserwiderstand besser zu überwinden, so wie ja bei vielen anderen wasserlebenden Organismen kiel- oder schiffsbugähnliche Bildungen diesem Zwecke dienen. Speciell bei *Heliochallengeron Channeri* bilden die peripheren Schalenteile einen scharf begrenzten, besonders grobwabigen Gürtel, welcher äußerlich an den Schwimmgürtel mancher Statoblasten erinnert, in funktioneller Hinsicht aber wohl als eine besonders versteifte Unterlage für die als Hauptdruckfänger dienenden Randstacheln anzusehen ist (Taf. LI, Fig. 413, 414).

Neben der *Challengeria Naresi* kommen in sehr großen Meerestiefen regelmäßig einige Conchariden aus der Gattung *Conchopsis* vor. Auch diese haben eine linsenförmige, am Rande

kielartig zugeschärfte Schale (Textfig. 143), und ich möchte es auch hier für wahrscheinlich halten, daß diese Kielbildung bei den vertikalen Ortsbewegungen eine wichtige Rolle spielt.

Gegen meine, schon früher (1905, S. 351 Anm.) geäußerte und im Systematischen Teil (S. 318) näher begründete Ansicht, daß speciell die linsenförmigen *Conchopsis*-Arten mindestens während der vertikalen Ortsveränderung mit ihrer Aequatorebene parallel zur Richtung der Schwerkraft eingestellt seien, hat sich, wie hier eingefügt werden soll, neuerdings Borgert (1907, S. 227) gewandt. Borgert glaubt, daß derartige platte Formen liegend, d. h. mit den Flächen nach oben und unten gerichtet, im Wasser schweben. Wenn nämlich wirklich ein Aufsteigen und Niedersinken in weiteren Grenzen stattfinde, so würde, wie Borgert meint, bei der von mir angenommenen Orientierung „die geringste Verschiebung der senkrechten Achsenstellung eine seitliche Ablenkung der Bahn zur Folge haben und so immer wieder zu einer horizontalen Orientierung des flachen Körpers führen". Ferner sei anzunehmen, daß die flachen Concharíden, welche aller weiteren, als Schwebeapparate dienenden Fortsätze entbehren, diejenige Lage im Wasser einnehmen werden, bei welcher der Formwiderstand am größten sei und in der sie also am meisten vor dem Niedersinken bewahrt seien. Das sei aber ebenfalls wieder die horizontale, nicht die vertikale Stellung. Und endlich weist Borgert darauf hin, daß flache, frei im Wasser untersinkende Körper, z. B. Geldstücke, trotz des hohen specifischen Gewichtes relativ langsam und zwar nie in rein vertikaler Lage der Kante untersinken.


Fig. 143. *Conchopsis* sp., Kantenansicht.

Auf diese Einwände von Borgert, insbesondere auf den ersten und dritten, ist zu erwidern, daß die Orientierung frei schwebender, lebender Organismen nicht ausschließlich durch die Körperform selber, sondern vor allem durch die Gewichtsverhältnisse der inneren Organe, insbesondere durch die Anordnung besonderer hydrostatischer Apparate bedingt ist. Es sei nur daran erinnert, daß bekanntlich ein toter Fisch auf dem Rücken oder auf der Seite, ein lebender dagegen auf dem Bauche schwimmt. Bei den Tripyleen besitzt aber wahrscheinlich die Centralkapsel die Nebenfunktion eines hydrostatischen Apparates, und angesichts der excentrischen Lage, welche sie speciell bei den Concharíden aufweist, ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die von ihr eingenommenen Teile eine relativ hohe, die das Phäodium enthaltenden Abschnitte des Körpers eine relativ tiefe Stellung einnehmen. Unterstützt wird diese Auffassung durch die außerordentliche Aehnlichkeit, welche unsere *Conchopsis*-Arten hinsichtlich der allgemeinen Körperform mit der in den gleichen Tiefen vorkommenden *Challengeria Naresi* aufweisen: bei letzterer wird aber schwerlich durch irgend welche Gründe die Ansicht erschüttert werden können, daß der einseitig mit einer Peristombildung beschwerte Schalenäquator in der Schwerkraftrichtung liegen muß, und so wird man eine entsprechende Orientierung auch für die ähnlich gebauten *Conchopsis*-Arten anzunehmen haben. Für die geschwänzten Concharíden, insbesondere für *Conchidium caudatum* (Taf. LX, Fig. 467), giebt überdies auch Borgert zu, daß sie wahrscheinlich im Wasser so orientiert seien, daß der Schalenspalt senkrecht zu liegen komme. (Näheres über diese Verhältnisse ist im Systematischen Teil, S. 317 ff., zu ersehen.)

Wie bei den linsenförmigen Challengeriden und Concharíden, so scheinen mir auch bei den Tripyleen mit ei-, birn- oder ballenförmiger Schalengestalt die Form- und Struktur-

verhältnisse nicht bloß durch die Anforderungen der Statik, sondern auch durch das Steig- und Sinkvermögen bedingt zu sein. Was speciell die birn- und ballonförmigen Aulosphäriden und Sagosphäriden anbelangt (Taf. XVI, Fig. 152; Textfig. 144), so ist es zunächst wohl zweifellos, daß die Hauptachse dieser Formen normalerweise mit der Richtung der Schwerkraft zusammenfällt. Ob der stumpfe oder spitze Pol oben liegt, ist nicht so leicht zu entscheiden, indessen legt schon die äußere Aehnlichkeit mit den Metatrochophoren der Polychäten und mit manchen Ctenophoren die Ansicht nahe, daß der stumpfe Pol der obere ist, und ich kann zur Stütze dieser Ansicht anführen, daß ich in Neapel wieder holt Gelegenheit hatte, größere Mengen frisch gefangener Collozoen im Aquarium zu beobachten und dabei festzustellen, daß die, allerdings in Minderzahl befindlichen birnförmigen Individuen sich auf die Dauer stets mit dem stumpfen Pole nach oben einstellen (1905, S. 353). Wie dem aber auch sei, jedenfalls sind die beiden Pole diejenigen Punkte der Gitterschale, welche während der vertikalen Ortsveränderung besonderen Druckverhältnissen ausgesetzt sind, und zwar werden beim Steigen und Sinken jeweils die vorausgehenden Pole einen größeren Druck zu überwinden haben, als die seitlichen Partien der Wandung. Wohl im Zusammenhang damit findet man nun, daß bei manchen birnförmigen Aulosphäriden *(Aulosphaera bisternaria)* die Radialstacheln des stumpfen oder auch diejenigen beider Pole beträchtlich, bis zu 1½mal länger als die übrigen sind (Taf. XLV, Fig. 339), bei anderen, z. B. *Aulosphaera robusta* (Taf. XI, Fig. 110, 111), sind speciell die Stacheln des stumpfen Poles durch ihre pfostige, derbwandige Beschaffenheit ausgezeichnet. Als besonders instruktiv möchte ich aber die birnförmigen Individuen von *Sagenoscena irmingeriana* (Textfig. 144) betrachten, bei welchen ein sehr charakteristischer Unterschied zwischen den seitlichen und den

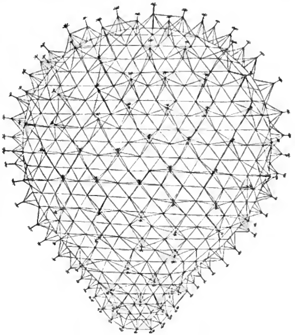


Fig. 144. *Sagenoscena irmingeriana.*

polaren Partien des Skelettes zu erkennen ist. Während nämlich in den ersteren die benachbarten Radialstacheln vollkommen frei stehen, sind sie am stumpfen Pole großenteils paarweise, manchmal auch zu dreien verkoppelt, und zwar durch tangentiale Balken, welche die Spitzen der Pyramiden miteinander verbinden (Taf. XVII, Fig. 159). Nicht selten sieht man ferner am stumpfen Pole, daß außer dem axialen Stabe der Pyramiden auch noch ein oder zwei andere Pyramidenstäbe sich über die Spitze hinaus verlängern und vollständige oder rudimentäre Kronen von Terminalästen tragen (Taf. XVIII, Fig. 161). Offenbar wird hier am stumpfen Pole, welcher bei der vertikalen Ortsbewegung und zwar wahrscheinlich beim Steigen einen stärkeren Druck auszuhalten hat, als die Seitenwandungen der Schale, durch die tangentiale Verkoppelung der Pyramidenspitzen eine Versteifung der Radialstacheln bewirkt und gleichzeitig durch die Vermehrung der Kronen die Zahl der Stützpunkte für die Sarkodehaut vergrößert. Hier wird also eine einseitige Erhöhung der Druckfestigkeit nicht nur, wie bei den kiel- und wasserbrecherähnlichen Einrichtungen anderer Formen, durch entsprechende Gestaltsveränderungen, sondern auch durch eine Modifikation der feineren Strukturen herbeigeführt. Noch ausgeprägter treten die genannten Differenzierungen am spitzen Pole der *Sagenoscena irmingeriana* hervor (Taf. XVII, Fig. 160). Hier sind sämtliche Pyramidenspitzen untereinander durch Tangentialbalken verbunden, so daß ein kompliziertes Fachwerk, ähnlich den Schalen von *Sagenoarium* (Textfig. 114) und denjenigen der koloniebildenden Tuscaroren, hergestellt wird. Dazu kommt, daß am spitzen Pole nahezu sämtliche Pyramiden mit drei, in der Regel ziemlich gleichmäßig ausgebildeten chrysanthemumähnlichen Kronen ausgestattet sind, so daß auch die Zahl der Stützpunkte für die Sarkodehaut eine wesentliche Vermehrung erfahren hat.

Schloss- und Peristombildungen.

In einem gewissen Zusammenhang mit den eben besprochenen Steig- und Sinkapparaten stehen einige Einrichtungen, welche augenscheinlich dazu dienen, eine Vergrößerung der Centralkapsel und des extrakapsulären Weichkörpers ohne wesentliche Aenderung der statischen Verhältnisse und zugleich ohne Beeinträchtigung der schützenden Funktion des Skelettes zu ermöglichen.

Was zunächst die Centralkapsel anbelangt, so läßt sich wenigstens für bestimmte Radiolariengruppen der Nachweis führen, daß sie zwischen den aufeinander folgenden Teilungsvorgängen eine sehr erhebliche Vergrößerung des Volumens erfahren kann. So besitzen die kleinsten mir vorliegenden Centralkapseln von *Oroscena regalis* einen Durchmesser von 0,28, die größten einen solchen von 1,1 mm. Es kann also bei dieser Collodarie die Centralkapsel ihr Volumen, allein während des skelettführenden Zustandes, ungefähr um das 60-fache vergrößern. Unter den Tripyleen sind namentlich bei den Tuscaroren ganz erhebliche Vergrößerungen der Centralkapseln während des vegetativen Stadiums zu beobachten (vergl. z. B. Taf. XXVII, Fig. 211—213; Taf. XXVIII, Fig. 218—220), und ebenso wachsen bei den Teilungsvorgängen der Aulacanthiden die Tochterkapseln wieder annähernd bis zur Größe der Mutterkapseln heran, wie ein Vergleich des 2-, 4- und 6-Kapselstadiums z. B. von *Aulokleptes ramosus* lehrt. Aber abgesehen von dieser kontinuierlichen Größenzunahme der Centralkapseln, wie sie zwischen zwei Teilungsakten Platz greift, möchte ich es für wahrscheinlich halten, daß speciell bei den Tripyleen auch periodische

Schwankungen des Kapselvolumens vorkommen. Wenn nämlich die intrakapsulären Alveolen wirklich die Bedeutung eines hydrostatischen Apparates besitzen — worauf ja besonders ihre extreme Entwickelung bei Planktonetten, Astracanthiden u. s. w. hinweist — so darf wohl auch angenommen werden, daß sie in ähnlicher Weise, wie dies Brandt für die Alveolen der Collodarien und Polycyttarien gezeigt hat, im Zusammenhang mit den vertikalen Wanderungen eine periodische Verkleinerung und Neubildung erfahren können, und diese Schwankungen werden vermutlich auch in Volumveränderungen der Centralkapsel selber ihren Ausdruck finden.

In den meisten Fällen ist nun die Centralkapsel nicht unmittelbar von festen Skelettteilen umgeben, und es steht daher ihrer kontinuierlichen oder periodischen Vergrößerung kein Widerstand entgegen. So können sich z. B. die beiden Centralkapseln der Tuscaroren ungehindert ausdehnen, bis sie den größten Teil der Schale ausfüllen (Taf. XXVII, Fig. 213; Taf. XXVIII, Fig. 218). Indessen giebt es zahlreiche Formen, bei welchen die Centralkapsel unmittelbar vom Skelett umschlossen ist und daher nur auf Grund besonderer Einrichtungen eine Ausdehnung erfahren kann. Hierher gehören in erster Linie die Sphärellarien mit mehreren konzentrisch ineinander geschachtelten Schalen, von welchen die außerhalb der Centralkapsel gelegenen als Rindenschalen, die inneren als Markschalen bezeichnet werden. Nach allem, was mir nun über die Skelettbildung der Radiolarien überhaupt bekannt ist, und was mein Schüler, Herr H. Mast, speciell an den Astrosphäriden- der „Valdivia"-Ausbeute ermitteln konnte, werden diese verschiedenen konzentrischen Schalen wahrscheinlich nicht successive angelegt, sondern das ganze mehrschalige Skelett kommt auf einmal, und zwar in einem Stadium mit noch sehr kleiner Centralkapsel, zur Ausbildung. Es kann dann ein Wachstum der Centralkapsel in der Weise erfolgen, daß letztere, wenn sie eine der Gitterschalen erreicht hat, durch deren Poren fingerförmige Fortsätze vorschiebt, welche jenseits der Gitterschale wieder miteinander verschmelzen (vergl. R. Hertwig, 1879, S. 45). So kann successive eine Gitterschale nach der anderen in die Centralkapsel einbezogen werden. Ob allerdings dieser Vorgang bei allen mehrschaligen Sphärellarien in gleicher Weise sich abspielt, oder ob in einzelnen Fällen die durch die Poren vorgestreckten Protuberanzen dauernd isoliert bleiben, konnte bisher nicht entschieden werden.

Auch bei den Cyrtellarien und verwandten Formen findet bekanntlich ein Wachstum der Centralkapsel in der Weise statt, daß diese durch die Poren der Basalplatte hindurch schlauchförmige Loben aus der Cephalis in den thorakalen Schalenabschnitt sendet (Taf. LXXXIV, Fig. 584).

Einrichtungen anderer Art finden sich bei den Tripyleen. Von den Cölodendriden (sensu lat.) wurde bereits berichtet, daß bei ihnen die beiden, der Centralkapsel dicht anliegenden Schalenklappen mit zunehmendem Wachstum der Centralkapsel auseinanderrücken können, und zwar in der Richtung der die beiden Galeae verbindenden Apicalachse (S. 497, Textfig. 124). Wenn nun wirklich, wie angenommen wurde, die Centralkapsel nicht bloß ein kontinuierliches Wachstum, sondern im Zusammenhang mit den Vertikalbewegungen auch periodische Größenzu- und -abnahmen aufweist, so werden vermutlich die Schalenklappen diesen Größenschwankungen regelmäßig folgen und, wenigstens am aboralen Pole, sich vorübergehend vollständig schließen können. Auf diese Möglichkeit deuten wenigstens die Zähnchen hin, welche sich bei zahlreichen Formen an der aboralen Seite der Schalenklappen vorfinden (Textfig. 124).

Ein Verschluß- und Oeffnungsmechanismus von noch komplizierterer Form, dessen Ausbildung ebenfalls mit den Volumschwankungen der Centralkapsel und demnach wohl auch mit

den Sink- und Steigbewegungen im Zusammenhang stehen dürfte, wird nach meiner Ansicht durch das Diaphragma der Planktonetten (S. 509, Textfig. 140 *d*) gebildet. Bei den meisten mir vorliegenden Exemplaren von *Planktonetta atlantica* ist das Diaphragma, welches genetisch auf die Centralkapsel zurückzuführen ist und mit letzterer auch durch die Astropylen und Parapylen in engster Verbindung bleibt, mittelst zahlreicher, an seinem Rande befindlicher Zäpfchen in entsprechende Grübchen des Schalenperistoms eingefalzt (Taf. LVII, Fig. 455). In diesen Fällen ist dann die Schale vollkommen gegen das Phäodium abgeschlossen und durch die aufgequollene, als hydrostatischer Apparat funktionierende Centralkapsel vollständig ausgefüllt. Bei einzelnen Exemplaren sah ich aber, daß das Diaphragma an der „vorderen" (d. h. der Floßseite gegenüberliegenden) Seite nicht in die Grübchen eingriff, sondern, unter Freilassung eines halbmondförmigen Spaltraums, ein wenig in den Schalenraum eingedreht war (Taf. LV, Fig. 447; Taf. LVI, Fig. 450; Textfig. 140 *d*). Ich möchte daher glauben, daß auch im lebenden Zustand das Diaphragma bei einer Volumverminderung der hydrostatisch wirksamen Centralkapsel entsprechende Bewegungen ausführen und der sich zusammenziehenden Kapsel mittelst einer kleinen Drehung folgen kann (Näheres siehe Syst. Teil, S. 294). In besonderer Weise kommt das Diaphragma bei der Fortpflanzung den Größenveränderungen von Centralkapsel und Kern entgegen: es tritt nämlich während der Teilung der Mutterkapsel eine Resorption des Deckelapparates ein (Taf. LIX, Fig. 459), und wenn auch die folgenden Stadien nicht beobachtet werden konnten, so ist doch als wahrscheinlich anzunehmen, daß das Diaphragma nach erfolgter Teilung eine Neubildung erfährt.

Während die zuletzt besprochenen Einrichtungen mit den Größenveränderungen der Centralkapsel während der Wachstums-, Fortpflanzungs- und Bewegungsvorgänge im Zusammenhang stehen, sind einige andere Bildungen dazu bestimmt, eine Volumzunahme des gesamten Weichkörpers zu ermöglichen. Dazu gehören vor allem die Schloßeinrichtungen der Conchariden, welche, wie ich früher (1906b, S. 33) hervorgehoben habe, wohl das Komplizierteste und Raffinierteste sind, was in Bezug auf zweckmäßige Strukturen bei den Tripyleen vorkommt. „Es handelt sich hier um Einrichtungen, welche die Schloßbildungen der Lamellibranchier an Kompliziertheit bei weitem übertreffen, ja, selbst die Schlösser der Trigonien und Rudisten werden durch sie vollkommen in Schatten gestellt." Speciell bei den Gattungen *Conchoceras, Conchidium* und *Conchellium*, welche unter den mir vorliegenden Formen die in funktioneller Hinsicht klarsten und vollkommensten Verhältnisse zeigen, läßt die Innenansicht des Schalenschlosses folgende Strukturen erkennen (Textfig. 145). Die zwei Halbschalen sind so miteinander verbunden, daß die beiden die Schalenränder besetzenden Zahnreihen ineinander greifen, wie die Finger einer gefalteten Hand, und zwar hängen, wie ich in Ergänzung der Haeckel'schen Beschreibung feststellen konnte, die Zähne der einen Schale mit der Innenseite der anderen durch eine doppelte Führung zusammen. Die erste (marginale, d. h. dem Schalenrande näher gelegene) Führung wird durch bandförmige Laschen gebildet, welche die Wurzeln der Zähne an der Innenseite der Schalen miteinander verbinden (Textfig. 145 *m*), die zweite (submarginale) dagegen durch eine Reihe von paarig angeordneten, gegen das Schaleninnere vorspringenden Höckern oder Pfeilern oder aber durch dünne Spangen, welche wie Brückenbögen über die Poren setzen *(sm)*. Die Einrichtung ist eine derartige, daß die beiden Halbschalen bei Vergrößerung des Weichkörpers eine Strecke voneinander weichen können, ohne ihren Zusammenhalt

zu verlieren, und zwar ist eine Verschiebung der Schalen, ähnlich wie bei den Cölodendriden (s. S. 497), nur in der Richtung der die Schalenapices verbindenden Achse, d. h. in der Richtung der Zähne selber möglich, dagegen werden Drehungen der Halbschalen gegeneinander und damit unregelmäßige Derangierungen der Weichkörperverhältnisse vermieden.

Während so bei den Concharіden die Beweglichkeit der Skeletteile eine Vergrößerung des Weichkörpers ermöglicht, stellen bei denjenigen Tripyleen, deren Schale eine einzige Oeffnung, ein sogenanntes Pylom, besitzt, die Peristombildungen feste Einrichtungen dar, welche, wie ich glaube, bei vorübergehenden Volumvergrößerungen des Weichkörpers den aus der Pylomöffnung hervorquellenden Weichteilen als Aufnahme- und Stützapparate dienen.

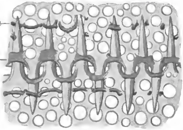
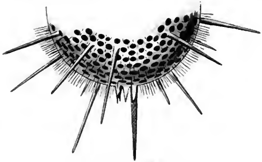


Fig. 145. Schalenschloß von *Conchoceras caudatum*.

Die ersten Andeutungen solcher Einrichtungen sehe ich in den Pylomstacheln der Castanelliden. Bei einer ganzen Anzahl offenbar nicht näher zusammengehöriger Arten ist nämlich ein dem Pylomrand aufsitzender oder benachbarter Radialstachel gegenüber allen anderen durch eine besondere Skulptur ausgezeichnet, welche aus zwei unter spitzen Winkeln sich schneidenden Systemen von feinen Leisten besteht und so mit rhombischen tüpfelartigen Feldern bedeckt erscheint (Textfig. 146). Vermutlich haben diese Pylomstacheln die Bedeutung, den aus der Pylomöffnung quellenden, besonders starken Pseudopodien als Leitbahn zu dienen, und ihre netzartige Skulptur würde demnach dazu bestimmt sein, die Adhäsion zu erhöhen. Neben diesem Pylomstachel (Textfig. 146) oder an Stelle desselben (Taf. XXXIV, Fig. 260—262) können kürzere, konische Pylomzähne auftreten, welche in Form eines Kranzes die Schalenöffnung umstehen und so ein Gerüstwerk bilden, welches bei Volumvergrößerungen des Weichkörpers, sei es bei der Nahrungsaufnahme, sei es bei den Bewegungs- und Fortpflanzungsvorgängen, als Aufnahmeapparat für die überquellenden Sarkode- und Gallertmassen dient. Für möglich, wenn auch nicht für sehr wahrscheinlich möchte ich es halten, daß die Pylomzähne der Castanelliden daneben noch die Bedeutung einer gegen fremde Eindringlinge


Fig. 146. *Castanissa valdiviae* n. sp.

gerichteten Schutzwehr oder Verschanzung haben, wie dies RHUMBLER (Foraminiferen von Laysan etc., 1906) für die Mundzähne einiger Miliolininen annimmt.

Eine ähnliche Rolle spielen, soiel ich sehe, die mannigfaltig beschaffenen Peristombildungen der Tuscaroren, insbesondere die korbförmigen, durch eine überaus zierliche Architektur ausgezeichneten Aufsätze bei *Tuscarantha Braueri* und *Luciae* (Textfig. 147), die ornamentenartig verzierten Stachelbasen von *Tuscarora bisternaria* (Taf. XXIV, Fig. 188) und die merkwürdigen vogelkopf- und helmartigen Bildungen, welche bei mehreren, zu verschiedenen Gruppen gehörenden Formen auf Grund weitgehender Konvergenzbildung zur Entwickelung gekommen sind (Taf. XXVI, Fig. 204; Taf. XXVIII, Fig. 214, 218, 220). Nicht selten (Taf. XXVI, Fig. 206) fand ich die ganze Peristombildung von einer dichten Masse von Phäodium umgeben, wobei es freilich fraglich erscheinen mag, ob es sich hier nicht um eine durch die Fixierung hervorgerufene Quellungserscheinung handelt. Ebenso ist es noch ungewiß, ob die Peristombildungen der Tuscaroren auch bei der Fortpflanzung eine Rolle spielen, daß sie aber im ganzen thatsächlich die Funktion von Aufnahme- und Stützapparaten besitzen, scheint aus der ganzen Struktur dieser Schalenfortsätze mit Sicherheit hervorzugehen.



Fig. 147. Korbförmiges Peristom von *Tuscarantha Braueri*.

Die nämliche Aufgabe ist auch den Peristombildungen der Challengeriden und der kleineren Medusettiden zuzuschreiben. Es sei vor allem hingewiesen auf das vierzähnige Peristom von *Challengeron armatum* (S. 513, Textfig. 142; Taf. LI, Fig. 419, 420), auf die Korbbildung von *Challengeranium diodon*, welche ein Analogon zu den oben erwähnten Korbbildungen mancher Tuscaroren bildet (Taf. L, Fig. 399), sowie auf die in die Breite gezogenen oder trompetenförmigen Peristomfortsätze von *Protocystis Murrayi* und ihrer Verwandten (Taf. L, Fig. 407, 408, 411). Auch bei diesen Formen konnte ich die Funktion der Peristombildungen am konservierten Material nicht direkt beobachten, sondern nur aus den Strukturverhältnissen erschließen, aber da gerade bei den Challengeriden eine Fähigkeit zu periodischen Vertikalwanderungen mit guten Gründen angenommen werden darf (Syst. Teil, S. 245, 252), so scheint mir die Vermutung nahezuliegen, daß das Peristom auch hier als Stützapparat für die Sarkodeteile dient, welche nicht bloß bei der Nahrungsaufnahme, sondern auch bei periodischen, mit der Vertikalwanderung zusammenhängenden Volumschwankungen aus der Pylomöffnung hervorquellen. Daß auch bei der Fortpflanzung durch Zweiteilung die Peristomfortsätze der Challengeriden und Medusettiden eine Rolle als Stützapparat spielen können, darauf scheint mir der öfters herangezogene Fund einer in Fortpflanzung begriffenen *Planktonetta atlantica* hinzuweisen. Hier bleibt die durch Teilung der Mutterkapsel entstandene Tochterkapsel der Pylomöffnung mindestens bis zu der Zeit vorgelagert, wo sie bereits wieder in zwei Enkelkapseln zerfallen ist (Taf. LVI, Fig. 453; Taf. LIX, Fig. 459). Da nun während dieser Periode das intraphäodiale Stützskelett zurückgebildet ist, und da der Peristomkragen bei *Planktonetta* verhältnismäßig niedrig ist, so werden in unserem Fall die Tochter- und Enkelkapseln vorwiegend durch die Basen der Oralstacheln gestützt, und es ist wohl erlaubt, von diesen Anordnungsverhältnissen aus Rückschlüsse auf die kleineren Formen zu ziehen und deren Peristomfortsätze, welche offenbar den

Oralstacheln homolog sind, ebenfalls als Stützapparate zu betrachten. (In einem Fall, bei einer *Protocystis Harstoni*, war die Centralkapsel thatsächlich halb ausgetreten und lag mit ihrer äußeren Hälfte der Peristomgabel auf. Doch kann es sich hier natürlich auch um ein Kunstprodukt handeln.)

Während bei den Castanelliden, Tuscaroren, Challengeriden, sowie bei den kleinen Medusettiden außer der Centralkapsel auch das Phäodium innerhalb der Schale liegt und, abgesehen von den Pseudopodien, größere Teile des extrakapsulären Weichkörpers nur vorübergehend durch die Pylomöffnung hindurch in den Bereich des Peristoms treten dürften, liegt bei *Planktonetta* (Textfig. 140) der phäodiale Teil des Weichkörpers dauernd außerhalb der Primärschale, und bei anderen Gattungen (*Nationaletta, Atlanticella*), bei welchen die Primärschale großenteils zurückgebildet ist, kommt ohnedies der Schutz der letzteren in Wegfall. Es sind daher bei diesen hochspecialisierten Formen besondere Stützapparate differenziert, welche die Kohäsion der phäodialen Massen erhöhen und wegen der räumlichen und funktionellen Beziehungen, welche sie zu den Peristombildungen zeigen, im Anschluß an diese kurz erwähnt werden mögen. Derartige Differenzierungen sind das intraphäodiale Stützskelett der Planktonetten, von dem bereits Fowler eine eingehende Beschreibung gegeben hat (vergl. Taf. LVII, Fig. 455), sowie die Sekundär- oder Außenschalen, welche bei *Nationaletta* (Taf. LIV, Fig. 443) eine hauben-, bei *Atlanticella* (Taf. LIII, Fig. 433, 434) eine klöppelförmige Gestalt haben und das Phäodium ganz oder teilweise in sich aufnehmen. Auch das Floß der Planktonetten (Taf. LV, Fig. 446; Textfig. 140 *f*) dürfte eine stützende Nebenbedeutung haben, indem es dem Phäodium als Unterlage dient.

Rudimentäre Bildungen.

Rudimentäre Strukturen im Sinne von Entwickelungshemmungen individueller, rein aberrativer Art sind außerordentlich häufig bei den Tripyleen und dürften wohl bei genauerer Untersuchung auch bei anderen Radiolarien in großer Zahl gefunden werden. Sie bilden, wie im dritten Abschnitt gezeigt werden soll, ein sehr wertvolles Material für die Untersuchung der Ontogenese.

Dagegen kommen rudimentäre Bildungen im strengeren Sinne des Wortes, nämlich funktionslose, bezw. funktionslos gewordene Strukturen, welche in Form von Speciescharakteren und also normalerweise auftreten, offenbar nur selten vor. Das beste, mit Bestimmtheit hierhergehörige Beispiel, welches ich bei den Radiolarien gefunden habe, und, soviel ich weiß, auch der erste Fall, der bisher überhaupt bei Protozoen beschrieben wurde, betrifft die Concharіden-Gattung *Conchopsis* (Taf. LXI, Fig. 477; Textfig. 148).

Es muß der Beschreibung dieser Bildungen vorausgeschickt werden, daß die Conchopsinen ganz sicher im Verhältnis zu den meisten übrigen Concharіden als abgeleitete, hochspecialisierte Formen zu betrachten sind. Ihr Vorkommen in den tiefsten Meeresregionen, ihre ganze Gestalt und Größe, die komplizierte Beschaffenheit der Schalenporen, das Vorhandensein eines „Velums", d. h. eines simsartigen Vorsprunges an den Rändern der bootförmigen Halbschalen (Taf. LX, Fig. 469), alle diese Verhältnisse lassen mit Sicherheit erkennen, daß die Gattung *Conchopsis* speciell gegenüber den Gattungen *Conchellium, Conchidium* und *Conchoceras* eine bei weitem

specialisiertere Organisation besitzt, und es darf wohl angenommen werden, daß ihre stammesgeschichtliche Entwickelung von Formen der letzteren Art ihren Ausgang genommen hat. Wenn aber dem so ist, dann ist offenbar auch die Folgerung erlaubt, daß die Schloßeinrichtungen von *Conchopsis* eine spätere Entwickelungsetappe desjenigen Typus darstellen, welcher sich bei den drei anderen Gattungen heute noch vorfindet.

Nun sehen wir den Schloßmechanismus von *Conchopsis* in doppelter Hinsicht gegenüber demjenigen der anderen Formen modifiziert. Die erste (marginale) Führung (Textfig. 148 *m*) wird nämlich nicht durch einzelne, die Zahnwurzeln paarweise verbindende Laschen gebildet, sondern durch eine kontinuierliche „Deckleiste", welche die an der Innenfläche der Schale leistenförmig vorspringenden Zahnwurzeln überbrückt, und ferner ist bei einzelnen Exemplaren die zweite (submarginale) Führung *(sm)* nur unvollständig ausgebildet, indem an Stelle von Laschen oder Doppelpfeilern eine Reihe von schön geschwungenen Leisten tritt, welche, ohne Oesen zu bilden, gegen den Innenraum der Schale vorspringen. An einigen Stellen rücken diese spangenförmigen Bildungen so weit vom Rande ab, daß sie von den Zähnen der anderen Halbschale überhaupt nicht mehr erreicht werden, und so wird man im Hinblick auf das, was oben über die mutmaßlichen stammesgeschichtlichen Beziehungen der Gattung *Conchopsis* zu den anderen Gattungen gesagt wurde, zu der Anschauung geführt, daß es sich hier um eine rudimentär und funktionslos gewordene Struktur handelt.

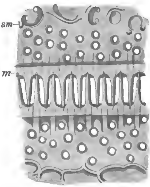


Fig. 148. Schalenschloß von *Conchopsis orbicularis*.

Als rudimentäre Bildungen wird man auch gewisse radiale Skelettelemente der Cölodendriden zu betrachten haben, so z. B. die Apical- und Aboralröhre von *Coelodendrum flabellatum* (Taf. LXIII, Fig. 489; Taf. LXXI, Fig. 525 und 529 *ab* und *ap*), den Aboraldendriten von *Coelodiceras spinosum* (Taf. LXIV, Fig. 493 *ab*) und *macropylum* (Taf. LXXI, Fig. 526 *ab*), sowie den Apicaldendriten von *Coelothyrsus cypripedium* (Taf. LXXI, Fig. 524 *ap*). Alle diese Gebilde treten bei allen Individuen auf, sie haben aber eine verkümmerte, im Gegensatz zu den Hauptdendriten unregelmäßig wechselnde Gestalt und sind, da sie nicht bis an die Oberfläche des Weichkörpers reichen, im Gegensatz zu den homologen Bildungen bei anderen Species oder Gattungen funktionslos oder haben wenigstens nur eine untergeordnete Funktion als innere Stützelemente. Sie weisen also alle Eigenschaften von eigentlich rudimentären Organen auf und können nicht als Entwickelungshemmungen pathologischer Art angesehen werden.

II. Abschnitt.

Form und Medium.

Eine der merkwürdigsten Erscheinungen, welche uns die Welt der Radiolarien darbietet, ist das offenkundige Mißverhältnis zwischen dem erstaunlichen Formenreichtum dieser Protozoengruppe und der relativ monotonen Beschaffenheit des äußeren Mediums und der Nahrung. In der That ist es zweifellos, daß die Radiolarien in Bezug auf den Reichtum an Formen und die große Zahl selbständiger Stämme alle anderen marinen Organismen, insbesondere auch die Foraminiferen, bei weitem übertreffen. Schon im Jahre 1887 hat Haeckel die Zahl der lebenden Formen auf 3730 angegeben, während die Zahl der lebenden Foraminiferen von Bütschli (1880—1882) und Zittel (1895) nur auf 600—700 berechnet wird. Nun sind allerdings die Haeckel'schen Formen, wie er selbst zugiebt und wie namentlich aus den Befunden der „Valdivia" mit Sicherheit zu entnehmen ist, nur zum Teil als gut abgegrenzte Arten zu bezeichnen, aber trotzdem dürfte jener gewaltige Zahlenunterschied in vollem Umfang bestehen bleiben, denn einerseits gilt ja die Unsicherheit der Artabgrenzung zweifellos auch für die Foraminiferen und für die anderen marinen Organismen, andererseits sind zu den im Report aufgezählten Arten auf Grund der Ergebnisse späterer Expeditionen und der paläontologischen Befunde mindestens nicht weniger neue Formen hinzugekommen, als beispielsweise zu den Foraminiferen, so daß der bedeutende Vorsprung der Radiolarien sicher auch jetzt noch anerkannt werden muß.

Besonders auffallend scheint mir die Thatsache zu sein, daß speciell die Tripyleen eine so überaus große Mannigfaltigkeit der Form und eine so reiche Gliederung in selbständige Abteilungen von größerem oder geringerem Umfang zeigen. Sind die Tripyleen doch vorzugsweise Tiefenbewohner, deren Existenzbedingungen womöglich noch monotoner sind als diejenigen der Oberflächenformen!

Es handelt sich also um die Frage: lassen sich trotz dieses augenscheinlichen Gegensatzes, welcher zwischen dem Reichtum an Formen und der Eintönigkeit des Mediums besteht, Beziehungen zwischen Form und Medium nachweisen? oder, genauer gesagt: sind bestimmte Typen auf bestimmte Breiten und Tiefen, auf bestimmte Temperatur-, Dichtigkeits- und Ernährungsverhältnisse beschränkt, so daß man also von einer horizontalen und vertikalen Gliederung der Radiolarienfauna sprechen kann, und können bei solchen lokalisierten Formen Größe, Gestalt und specielle Strukturen als Anpassungen an die besondere Beschaffenheit des Mediums gedeutet werden?

Leider sind wir bei der Erörterung dieser Fragen ausschließlich noch auf die deskriptivtiergeographische und vergleichend-morphologische Untersuchung angewiesen, denn das Experiment, welches allein endgültige Aufschlüsse über die kausalen und finalen Beziehungen zwischen Form und Medium zu geben im stande wäre, ist wenigstens bei den Tripyleen zur Zeit nicht anwendbar.

Nur in einzelnen Fällen nehmen die Verhältnisse, welche die Natur uns darbietet, einigermaßen den Charakter eines Experimentes an, so z. B. wenn wir sehen, wie das Mittelmeer durch eine Barre gegen den Ocean und dessen kalte Unterströmungen abgegrenzt ist, oder wie in einzelnen Mischgebieten warme und kalte Strömungen zusammentreffen. Im ganzen müssen wir uns aber mit den rein deskriptiven Untersuchungsmöglichkeiten bescheiden.

Warm-, Tiefenkühl- und Kaltwasserformen.

Schon in meiner ersten Mitteilung (1904, S. 131) konnte ich, dank den reichhaltigen antarktischen und indischen Radiolarienfängen der „Valdivia", darauf hinweisen, daß die tiergeographischen Beziehungen der Tripyleen, was ihre horizontale Verbreitung anbelangt, sich im ganzen durch die Gegenüberstellung von Warm- und Kaltwasserformen zum Ausdruck bringen lassen. Als ungefähre Grenzen zwischen den Verbreitungsgebieten der Warm- und Kaltwasserformen ergaben sich wenigstens für die Tuscaroren 40° nördlicher und 40° südlicher Breite (1904, S. 149). Damit war also speciell für die Tripyleen das nämliche tiergeographische Verhältnis festgestellt worden, welches bereits einige andere Forscher, zuerst wohl Brandt (1892), für verschiedene planktonische und littorale Tiergruppen nachgewiesen hatten (vergl. die Zusammenstellungen bei Popofsky, 1904, S. 37; 1904a, S. 121), und gleichzeitig war ein erster Hinweis gegeben auf einen thatsächlichen Zusammenhang zwischen Form und Medium.

Im weiteren Verlauf meiner Untersuchungen stellte sich nun aber heraus, daß die Gegenüberstellung von Warm- und Kaltwasserformen bei den Tripyleen nicht ganz genau ist, insofern ja nur verhältnismäßig wenige von ihnen die Oberflächenschichten der warmen Meere bewohnen und demgemäß als Warmwasserformen im strengen Sinne des Wortes bezeichnet werden können, die große Mehrzahl dagegen an das kühle Wasser der Tiefenregionen angepaßt ist. Es müssen also schon unter den „Warmwasserformen" zwei Kategorien unterschieden werden: die oberflächlichen, eigentlichen Warmwasser- und die tiefenbewohnenden Kühlwasserformen. Da nun andererseits in den polaren Gebieten die Temperaturverhältnisse der verschiedenen Horizonte viel gleichmäßigere sind als in den warmen Meeresteilen (vergl. Schott, 1902, Taf. XXIX—XXXII) und daher bei der Verteilung der Formen keine oder nur eine geringe Rolle spielen dürften, so macht sich hier eine derartige Unterscheidung nicht nötig, und man gelangt also schließlich dazu, an Stelle jener Zweiteilung zunächst eine Dreiteilung vorzunehmen. So bin ich denn, nach einigen vorläufigen Einteilungsversuchen (vergl. Syst. Teil, S. 208), zunächst zur Unterscheidung von (tropischen) Warmwasserformen, (tropischen) Tiefen-Kühlwasserformen und (polaren) Kaltwasserformen gekommen.

Sowohl die oberflächenbewohnenden Warmwasser-, als auch die tiefenlebenden Kühlwasserformen der äquatorialen Gebiete können in den kalten Meeresregionen durch vikarierende Formen vertreten sein, mag es sich dabei um Rassen derselben Art, oder um gut abgegrenzte Arten handeln. Ebenso können auch, wie in einem späteren Kapitel ausgeführt werden soll, die Warmwasserformen in den Tiefenschichten desselben Meeresteiles durch vikarierende Tiefenkühlwasserformen ersetzt werden. So kommen also sowohl in horizontaler, wie in vertikaler Richtung Uebergänge und Vertretungen zu stande, und im ganzen lassen sich daher die gegenseitigen räumlichen Beziehungen der Warm-, Tiefenkühl- und Kaltwasserformen sehr

gut mit dem Bild in Einklang bringen, welches CHUN (1897, S. 62) von der Verteilung des Warm-, Kalt- und Kühlwassers mit folgenden Worten entworfen hat: „Die Warmwassergebiete der Oceane gleichen gewissermaßen ungeheuren Schalen, welche gegen die polaren Zonen an ihren Rändern sich ausflachen und in einer Tiefe von etwa 500 m allmählich in die gewaltigen unteren Wassermassen mit ihrer kühlen Temperatur übergehen" (vergl. auch SCHOTT, l. c.).

Ehe ich nun genauer auf die verschiedenen Verbreitungsmöglichkeiten und insbesondere auf die Beziehungen zwischen horizontaler Verteilung und äußerer Form eingehe, möchte ich einige Beispiele aus den Familien der Challengeriden und Tuscaroriden vorausschicken, welche in besonders deutlicher Weise das bisher Gesagte veranschaulichen.

Die Karte I läßt die Verteilung von einigen Challengeriden-Arten in den von der „Valdivia" befahrenen Meeresteilen erkennen. Die eine Art, *Protocystis Sloggetti* (Textfig. 149; auf der Karte durch schwarze Punkte gekennzeichnet), ist eine ausgesprochene Tiefenkühlwasserform, welche vorzugsweise in den äquatorialen Meeresgebieten des Atlantik und Indik zwischen 40° N. Br. und 40° S. Br. zu Hause ist und besonders häufig in den tieferen Wasserschichten zwischen 400 und 1500 m erbeutet wurde.



Fig. 149. *Protocystis Sloggetti.* Tiefenkühlwasserform der warmen Meeresgebiete.



Fig. 150. *Protocystis Harstoni.* Bipolare Kaltwasserform.

Aehnlich würde sich die horizontale Verbreitung einer typischen Warmwasserform, z. B. von *Heliochallengeron Channeri* (Taf. LI, Fig. 414), darstellen.

In den kalten Meeresgebieten wird die zuerst genannte Form durch die ausgesprochen bipolare (durch rote Punkte bezeichnete) *P. Harstoni* (Textfig. 150) ersetzt. Sie wurde von der „Valdivia" in großer Zahl an beinahe allen antarktischen Stationen gefischt und ist außerdem vorzugsweise aus dem nördlichen Atlantik und nördlichen Eismeere bekannt. Speciell in den Nordmeeren wurde *P. Harstoni* von HENSEN westlich der Hebriden, von CLEVE südlich und westlich Spitzbergen (75° 50′ N. Br., 15° 25′ O. L.[1]); 78° 13′ N. Br., 2° 58′ W. L.; 79° 58′ N. Br., 9° 35′ O. L.), von JÖRGENSEN in verschiedenen Fjorden an der Westküste Norwegens festgestellt, und zwar konnte ich mich von der Identität der nordischen und antarktischen Form an der Hand einiger, von Herrn Kollegen JÖRGENSEN in Bergen freundlichst zugesandter norwegischer Exemplare überzeugen. Der einzige warme Meeresteil, in welchem *P. Harstoni* oder wenigstens eine sehr nahe verwandte Form (*P. nautiloides* BORGERT) vorkommt, ist die Sargassosee; was den pacifischen Fundort (Ch.-St. 231, südlich Nippon) anbelangt, so dürften hier polare Stromfäden in Betracht kommen. Hinsichtlich der Vertikalverbreitung von *P. Harstoni* ist zu sagen, daß sie sich in der Antarktis im großen ganzen in höheren Schichten vorfindet, als die in den Tropen vikarierende *P. Sloggetti*, doch wurde sie auch in tieferen Schichten, bis herab zu 4000 bis 5000 m, in lebenden Exemplaren angetroffen. Allem nach ist *P. Harstoni* als eine ausgesprochene Kaltwasserform zu betrachten.

1) Auf der Karte zu weit östlich markiert.

Um einigermaßen einen Begriff von den Temperaturverhältnissen zu geben, welchen diese Vertreter der drei Hauptverbreitungstypen angepaßt sind, habe ich von sämtlichen Fundorten, für welche die Temperaturen bekannt sind (vergl. die Tabellen bei Schott, 1902, S. 138 ff.), die letzteren zusammengestellt und einen Durchschnittswert berechnet. Dabei ergab sich für die Warmwasserform als mittlere Temperatur + 14,2° C, für die Kühlwasserform + 11,0° C, für die Kaltwasserform + 0,4° C. Die für die Kühlwasserform erhaltene Zahl ist dadurch unnatürlich in die Höhe gedrückt, daß in den Tabellen zufälligerweise die Temperaturen für sämtliche höheren, dagegen nur für einen Teil der charakteristischen tieferen Vorkommnisse angegeben sind. Berücksichtigt man ausschließlich die Schichten des Skotoplanktons, in welchen *P. Sloggetti* ganz überwiegend vorzukommen scheint, so erhält man eine Durchschnittstemperatur von + 7,8° C, eine Zahl, welche sehr gut mit dem Begriff des Kühlwassers in Einklang zu bringen ist.

Im Gegensatz zu den Challengeriden sind die Tuscaroriden, soweit wir zur Zeit wissen, durchweg ausgesprochene Tiefenformen und scheinen auch in der Antarktis nicht in die oberhalb des 400 m-Horizontes gelegenen Schichten emporzusteigen. In dieser Gruppe gibt es also nur Tiefenkühl- und Kaltwasserformen, aber trotzdem machen sich auch hier ebenso scharfe Gegensätze hinsichtlich der horizontalen Verbreitung bemerkbar, wie in der Familie der Challengeriden.

Die Karte II gibt die Verbreitung einiger Tuscaroriden-Arten wieder, von welchen ein besonders reichliches Material vorliegt. Die in mehreren Varianten auftretende *Tuscaretta tubulosa* (in der Karte durch schwarze Punkte bezeichnet) ist von der „Valdivia" an zahlreichen Stationen des tropischen Atlantik und Indik gefischt und außerdem vom „Gauß" im Guineastrom, vom „Challenger" an einigen Stellen des nördlichen Pacifik (südlich von 40° N. Br.) erbeutet worden. Im südöstlichen Atlantik reicht ihre Verbreitung bis in den Benguelastrom und das Mischwassergebiet über der Agulhasbank, im südöstlichen Indik wird sie durch eine sehr nahe stehende Form *(T. calathoides)* vertreten. An den antarktischen Stationen fanden sich nirgends Exemplare, so daß man also von einer ausgesprochenen Tiefenkühlwasserform sprechen darf.

Eine ganz ähnliche Verbreitung zeigt *Tuscarora bisternaria* (schwarze Ringe), nur daß sie eher noch mehr auf die äquatorialen Gebiete der drei Oceane, und zwar zwischen 20° N. Br. und 20° S. Br. zusammengedrängt erscheint. Nur an zwei Stellen (T.-St. 88 und 173) wurde sie außerhalb von 20° S. Br. gefunden. Eine nahe verwandte Form, *T. Wyvillei*, schließt sich im südöstlichen Indik an *T. bisternaria* an und wurde vom „Challenger" auch im südlichen Pacifik (nördlich von 40° S. Br.) gefunden.

Ein Gegenstück zu den genannten äquatorialen Kühlwasserformen bilden einige Arten, deren Hauptverbreitungsgebiet nach unseren bisherigen Kenntnissen in der Antarktis gelegen ist, die aber in einzelnen Exemplaren auch in den tropischen Meeren gefunden wurden. Diese Formen sind *Tuscaretta globosa* (rote Punkte), welche in einer Variante auch im Benguelastrom und vom „National" sogar im Nordäquatorialstrom erbeutet wurde, und *T. passercula* (rote Ringe), welche sich zweimal im nördlichen Indik vorfand. Ueber die Vertikalverbreitung dieser Arten liegen nur sehr spärliche Angaben vor, und es kann daher nicht entschieden werden, ob ihre Häufigkeit in der Antarktis und ihr sporadisches nördliches Vorkommen vielleicht ein Hinweis darauf ist, daß unsere Formen, ähnlich den später zu besprechenden „interpolaren" Formen, in der Antarktis in verhältnismäßig hohen, in den tropischen Meeren dagegen nur in tieferen Horizonten zu Hause sind.

Die verschiedenen Arten der Horizontalverbreitung der Aulacanthiden.

Ueber die horizontale Verbreitung der Aulacanthiden habe ich bereits im Systematischen Teil (S. 25 f.) eine Uebersicht gegeben. Die hier zusammengefaßten Einzeldaten haben im Verlauf meiner späteren Untersuchungen keine wesentliche Korrektur durch nachträgliche Beobachtungen erfahren, dagegen bin ich auf Grund der bei anderen Gruppen gewonnenen Ergebnisse und zum Teil beeinflußt durch Anregungen, welche Meisenheimer (1905) in seinem Pteropodenwerk gegeben hat, dahin gelangt, die verschiedenen Formen der tiergeographischen Verbreitung in einer anderen Reihenfolge anzuordnen und auf diese Weise, wie ich glaube, die natürlichen Beziehungen zwischen den einzelnen Verteilungstypen zum Ausdruck zu bringen. Da ferner gerade die Aulacanthiden für nahezu alle Verbreitungsarten sehr charakteristische Beispiele liefern, so möchte ich sie auch hier als Ausgangspunkt für die Erörterung einiger tiergeographischer Einzelheiten benutzen.

Eine ganze Anzahl von Aulacanthiden weist, ähnlich wie die oben genannten Challengeriden und Tuscaroriden, eine ausgesprochen **äquatoriale,** auf den Meeresgürtel zwischen 40° N. Br. und 40° S. Br. beschränkte Verbreitung auf. Einige derselben, wie *Aulographis triangulum, Aulospathis variabilis tetrodon* und *Aulacantha spinosa*, können jetzt schon als **cirkumtropisch** (trioceanisch) bezeichnet werden, da sie in den tropischen Gegenden des Atlantik, Indik und Pacifik vorkommen. Für andere dagegen ist vorerst nur eine atlantisch-indische Verbreitung nachzuweisen. Dazu gehören die Warmwasserform *Aulographonium mediterraneum* (Textfig. 138) und die wahrscheinlich durchweg als Tiefenkühlwasserformen zu bezeichnenden Arten und Unterarten *Auloceros arborescens dichodendrum* (Textfig. 123), *Aulographonium bicorne* (Textfig. 106) und *indicum, Aulopetasus charoides, Aulospathis variabilis monodon* und *aulodendroides, Aulacantha cannulata.*

An diese ausgesprochen stenotherm-wärmeliebenden Formen reihen sich einige andere an, welche ebenfalls noch ihr Hauptverbreitungsgebiet in den Tropen haben, aber von hier aus mit Ausläufern auch in die kälteren Mischgebiete hereinreichen. So ist die durch ihre wunderbar zierliche Skelettstruktur ausgezeichnete *Aulocoryne zetesios* (Taf. V, Fig. 46) von der „Valdivia" an fünf ausgesprochen tropischen Fundorten erbeutet worden (vergl. Syst. Teil, S. 75 und 460), nachdem sie früher vom nördlichen Ast des Golfstromes (Färöe-Kanal) und von der Irmingersee bekannt geworden war. Eine ganz ähnliche Verbreitung zeigt offenbar auch *Auloceros arborescens birameus* und *Aulographonium pulvinatum.* Daß speciell letztere Form normalerweise im Tiefenkühlwasser der wärmeren Meeresgebiete zu Hause und dem Kaltwasser der polaren Regionen nicht angepaßt ist, darauf weist der Umstand hin, daß das einzige in der Antarktis gefundene Exemplar an den Radialstacheln vielfache Abnormitäten zeigte (Taf. XLIII, Fig. 317 a).

Schon die Formen der letzten Gruppe weisen keinen ausgesprochen stenothermen Charakter auf und führen so hinüber zu den **eurytherm-kosmopolitischen** Formen, welche in allen Meeresgebieten annähernd gleichmäßig verbreitet sind. Hierher gehören einige kleinere, sowohl in den Oberflächen- wie in den Tiefenschichten vorkommende Arten bezw. Unterarten, wie *Aulacantha*

scolymantha typica (Textfig. 133, 134) und *Aulographis tetrancistra* (Textfig. 107), und ebenso mehrere große Formen, die zu den regelmäßigen Bestandteilen der Vertikalnetzfänge gehören, nämlich *Aulacantha scolymantha bathybia* (Textfig. 135), *Aulographis pandora* (Textfig. 154,2), *Aulokleptes ramosus* und *Aulospathis variabilis triodon* (Textfig. 154,3). Die drei erstgenannten Formen scheinen die Tiefen zwischen 400 und 1000, *Aulospathis v. triodon* diejenigen zwischen 1000 und 1500 m zu bevorzugen, sie müssen also sämtlich als Tiefenkühlwasserformen bezeichnet werden. Spätere Untersuchungen werden zeigen, ob vielleicht schon unter diesen Formen sich einige befinden, welche in den kalten Meeresgebieten in weniger tiefen Meeresschichten zu Hause sind, als in den äquatorialen Regionen, und somit einen Uebergang zu den gleich zu besprechenden interpolaren Formen bilden.

Während sich das Verbreitungsgebiet der bisher besprochenen, insbesondere auch der stenotherm-wärmeliebenden Formen zu beiden Seiten des Aequators kontinuierlich und mehr oder weniger symmetrisch nach Norden und Süden erstreckt, sind einige andere Gruppen stenotherm in entgegengesetztem Sinne, insofern sie ausschließlich an kühlere oder sogar wirklich kalte Temperaturen angepaßt sind, und infolge der symmetrischen Verteilung der kalten Meeresgebiete zu beiden Seiten des Aequators wird daher ihr Verbreitungsgebiet in den wärmeren Breiten in der Regel eine mehr oder weniger große Unterbrechung aufweisen.

An die cirkumtropischen Arten schließen sich zunächst einige Formen an, welche einerseits in den eigentlich äquatorialen Meeresgebieten, andererseits in den beiden Eismeeren fehlen, dagegen in den dazwischen gelegenen Meeresgürteln verbreitet sind. Ebenso nämlich, wie nach Meisenheimer's (1905) Untersuchungen einige Pteropoden-Arten in zwei Zonengürteln von 15° bis 40° nördlicher und 15° bis 40° südlicher Breite zu beiden Seiten des Aequators besonders häufig sind, so wurden auch von der Aulacanthiden-Species *Aulokleptes flosculus* weitaus die meisten Exemplare im nördlichen Atlantik und dann wieder im südlichen Atlantik und südlichen Indik, also weitab vom Aequator gefunden, und ebenso scheint auch *Aulospathis variabilis bifurca* hauptsächlich in zwei, zu beiden Seiten des Aequators gelegenen Gürteln mit kühlerem Wasser verbreitet zu sein. Offenbar müssen diese beiden Radiolarien gegen Temperaturdifferenzen außerordentlich empfindlich sein, jedenfalls viel empfindlicher als die genannten Pteropoden. Denn wie ein Blick auf ein die vertikale Temperaturverteilung darstellendes Längsprofil des Atlantik (vergl. Schott, l. c. tab. 28, No. 1) zeigt, ist in den Tiefenschichten (400—1500 m), welche wahrscheinlich von *Aulokleptes* und *Aulospathis* bewohnt werden, das Temperaturgefälle vom Aequator nach den Polen zu ein wesentlich geringeres als in den von den Pteropoden bevorzugten Oberflächenschichten. So weist z. B. die Oberfläche unter dem 40° S. Br. eine um etwa 13° niedrigere Temperatur als am Aequator auf, während die Differenz auf dem 500 m-Horizont nur etwas mehr als 2° beträgt.

Die letztgenannten Formen, die ich als **Zweigürtelformen** (bizonäre Formen) bezeichnen möchte, führen herüber zu den **bipolaren** (amphipolen) Formen, welche in extremer Weise an die eigentlich kalten Meeresgebiete angepaßt sind. Als bipolare Formen können unter den Aulacanthiden zur Zeit nur *Aulacantha laevissima* und vielleicht *Aulospathis variabilis diodon* bezeichnet werden.

Ihnen kann man am besten einige **unipolare**, und zwar antarktische Arten und und Unterarten aus den Gattungen *Aulographonium* und *Auloceros* anreihen, welche bisher nur

in der Antarktis oder höchstens noch längs des kühlen Benguelastromes im südöstlichen Atlantik gefunden wurden *(Aulographonium antarcticum* und *anthoides, Auloceros arborescens subelegans).*

Im ganzen ist die Ausbeute sowohl an bipolaren als auch an unipolaren Aulacanthiden, verglichen mit den entsprechenden Formen aus anderen Tripyleen-Familien, verhältnismäßig gering, wofern man nur die „guten Arten" im Auge behält. Etwas anders gestaltet sich freilich das Bild, wenn man den bipolaren und unipolaren Formen auch die polaren Unterarten kosmopolitischer und anderer eurythermer Arten hinzuzählt.

Den bizonären, bipolaren und unipolaren stenothermen Formen stehen solche gegenüber, deren Verbreitungsgebiet von den eigentlich warmen Meeresteilen, also von der äquatorialen „Warmwasserschale" im Sinne CHUN's (s. S. 525), nicht bloß in horizontaler, sondern auch in vertikaler Richtung abgelegen ist, und welche also einerseits die kalten Meeresgebiete, andererseits die sehr kühlen Tiefenschichten der großen Oceane bewohnen. Es handelt sich zunächst um jene vielbesprochenen, zuerst von CHUN in den Vordergrund des Interesses gerückten Formen, welche in der Arktis und Antarktis mehr oberflächlich gelegene Schichten, in den äquatorialen Gegenden dagegen die größeren Meerestiefen bewohnen, also um eine besondere Kategorie von bipolaren Formen, die ich als **interpolar** bezeichnen möchte. Unter den Aulacanthiden kommt hier vorläufig nur *Aulodendron antarcticum* in Betracht, welches sowohl in den beiden Eismeeren (in der Antarktis vom „Challenger" und von der „Valdivia") als auch im Atlantik und Indik erbeutet wurde. Das verhältnismäßig seltene Vorkommen in dem immerhin recht gut durchforschten Atlantik darf vielleicht als Anzeichen dafür aufgefaßt werden, daß unsere Form in den wärmeren Meeresgebieten tiefere Regionen bevorzugt als die übrigen Aulacanthiden.

Die zweite dieser Gruppen besteht aus solchen Formen, welche bisher hauptsächlich in der Antarktis beobachtet worden sind, von denen aber einzelne Exemplare vereinzelt auch in wärmeren Meeresgebieten, und zwar besonders mittelst tiefgehender Schließnetzzüge, erbeutet wurden. Da es nicht unwahrscheinlich ist, daß sie in den wärmeren Meeren nur deshalb seltener zur Beobachtung kommen, weil sie von der Antarktis gegen den Aequator hin in immer größere Tiefen untertauchen, so habe ich diese Formen in meinen ersten Mitteilungen (1904) als **submergente** (unipolar-submergente) bezeichnet. Obwohl die Bezeichnung keine ganz glückliche ist, so möchte ich sie doch, da kein besserer Vorschlag vorliegt, beibehalten. Zu dieser Gruppe von antarktischen Formen gehören *Aulographis stellata*, welche, namentlich in Form einer besonderen Unterart *(asteriscoides)*, auch im nördlichen Indik vorkommt, und *Aulospathis pinus*, welche mittelst tiefgehender Schließnetz- und Vertikalnetzzüge im südlichen und nördlichen Indik und sogar im Golfstrom (S. 1850—1550) erbeutet wurde.

Die im Vorstehenden versuchte Einteilung der Aulacanthiden nach dem Grade und dem Charakter ihrer Eurythermie oder Stenothermie wird zweifellos, was die Einzelheiten anbelangt, durch spätere Untersuchungen in mannigfacher Weise abgeändert werden, jedenfalls dürfte aber schon jetzt mit Sicherheit feststehen, daß bei der horizontalen Verbreitung der Aulacanthiden, und, wie ich hinzufügen will, der Tripyleen überhaupt, die Temperatur des Mediums und im Zusammenhang damit die Strömungen eine wesentliche Rolle spielen. Durch den eurythermen oder stenothermen Charakter einer Form, durch ihre größere oder geringere Anpassung an warme, mittlere oder kalte Temperaturen werden

offenbar in höherem Grade als durch andere Faktoren die Verbreitungsgrenzen der einzelnen Arten bestimmt, und die Temperaturkarten des Meeres können ohne weiteres als Rahmen für eine Darstellung der regionalen Verbreitung der Aulacanthiden dienen.

Nur bei einzelnen Formen scheint die regionale Verbreitung unabhängig von dem Verlauf der Isothermen zu sein. So ist mir, allerdings nicht bei den Aulacanthiden, aber bei einigen anderen Gruppen aufgefallen, daß speciell der südöstliche Teil des Indik durch das Auftreten besonderer, von der „Valdivia" sonst nirgends gefischter Formen ausgezeichnet ist. Dahin gehören die Castanelliden *Castanella Wyvillei, Castanarium favosum* und *Circocastanea margarita*, die Tuscaroriden *Tuscarora Wyvillei* und *Tuscaretta calathoides* und die Challengeride *Challengeron sacculus*. Zwei dieser Formen, *Castanella Wyvillei* und *Tuscarora Wyvillei*, sind durch den „Challenger" als Bewohner des Pacifik bekannt geworden, sie gehören also vielleicht einer besonderen pacifisch-indischen (?südpacifisch-südindischen) Fauna an, die von einem pacifischen Entstehungscentrum aus in die Nachbargebiete überzugreifen versucht.

Daß in der That auch der Pacifik auf dem Gebiete der Radiolarien manche Besonderheiten gegenüber den übrigen Oceanen beherbergt, darauf weisen verschiedene Funde des „Challenger" hin. Danach scheinen, um nur ein Beispiel anzuführen, dem Pacifik einige specialisierte Orosphäriden *(Orosphaera horrida, Oroscena Gegenbauri)* eigentümlich zu sein, während, wie die „Valdivia"-Ausbeute erkennen läßt, Atlantik, Indik und Antarktis bezüglich der hier vorkommenden Orosphäriden-Formen eine große Uebereinstimmung zeigen (vergl. Syst. Teil, S. 427, 429).

Bipolare, interpolare und submergente Formen.

In der tiergeographischen Litteratur und namentlich in den Erörterungen, welche sich an die Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition angeknüpft haben, spielt das Problem der Bipolarität eine große Rolle, d. h. die Frage, auf welche Weise die Uebereinstimmung, welche das arktische und antarktische Faunengebiet bezüglich vieler Gattungen, Arten und Unterarten zeigen, zu stande gekommen ist.

Wie bekannt, sind zur Erklärung der Bipolarität hauptsächlich drei Hypothesen aufgestellt worden. Zufolge der PFEFFER-MURRAY'schen Hypothese (PFEFFER, 1891; MURRAY, 1896) wären die bipolaren Formen Relikten einer in früheren geologischen Perioden gleichmäßig verbreiteten Warmwasserfauna. Während diese Fauna in den äquatorialen Gegenden eine Weiterbildung und Umformung erfahren habe, sollen die polaren Formen zurückgeblieben oder nur wenig umgebildet sein.

Nach einer zweiten, von ORTMANN (1896) und CHUN (1897, 1904) vertretenen Hypothese würde die Gleichförmigkeit der polaren Faunen auf einer wechselseitigen, in den tiefen, kühlen Wasserschichten der äquatorialen Gebiete sich vollziehenden Mischung der beiden Kaltwassermassen beruhen. Eine Stütze würde diese Annahme erhalten, wenn speciell für planktonische Formen der Nachweis gelänge, daß sie gleichzeitig in den mehr oberflächlichen Schichten der polaren Meere und in den Tiefenschichten der wärmeren Meere vorkommen (interpolare Formen nach meiner Terminologie, s. S. 529), oder daß sie wenigstens in einem der polaren Meere und außerdem in den Tiefen der äquatorialen Gebiete vorkommen (submergente oder

unipolar-submergente Formen, S. 529). In der That sind interpolare Arten unter den Sagitten (STEINHAUS, 1896; CHUN, 1897, S. 61), interpolare Gattungen unter den Medusen (MAAS, 1906, S. 520; 1906a, S. 24) und unipolar-submergente Arten und Gattungen unter den Copepoden (MRAŽEK, 1902, S. 525)[1]) festgestellt worden. Auch KARSTEN (1905, S. 26) giebt für die Dauersporen der Diatomeen die Möglichkeit eines Transportes durch kalte Tiefenströmungen zu.

Nach einer dritten, von MEISENHEIMER (1905) und MAAS (1906, 1906a) vertretenen Auffassung sind die bipolaren Formen Abkömmlinge einer ursprünglich äquatorialen Warmwasserfauna und haben sich von den wärmeren Meeren aus unter zunehmender Anpassung an kühlere und kalte Temperaturen nach den Polen ausgebreitet.

Was nun die Radiolarien und insbesondere die Tripyleen anbelangt, so hat sich die schon von CHUN (1897) ausgesprochene Erwartung bestätigt, daß unter ihnen Formen gefunden werden, welche gleichzeitig die polaren Meere und außerdem die Tiefenschichten der wärmeren Meeresgebiete bewohnen. Besonders groß ist aber die Zahl der eigentlich bipolaren Vorkommnisse, wie aus folgender Uebersicht hervorgeht, in welcher alle bipolaren, interpolaren und submergenten Formen (Arten und Unterarten) nochmals zusammengestellt sind. Diejenigen Formen, deren Charakter auf Grund einer genügend großen Anzahl von Befunden jetzt schon mit einiger Sicherheit angegeben werden kann, sind mit einem doppelten, diejenigen, für welche nur wenige Daten zur Verfügung stehen, mit einem einfachen Asteriskus versehen.

Aulacanthidae (s. oben S. 527 ff.). a) Bipolar: * *Aulacantha laevissima*, vielleicht auch * *Aulospathis variabilis diodon*;
b) Interpolar: * *Aulodendron antarcticum* (sehr fraglich);
c) Submergent: * *Aulographis stellata*, ** *Aulospathis pinus*.

Astracanthidae. Von dieser Familie liegen noch keine genügenden, die Horizontalverbreitung betreffenden Daten vor.

Aulosphaeridae. Bipolar: ** *Aulosphaera bisternaria septentrionalis* ist eine ausgesprochen bipolare, einerseits in der Antarktis, andererseits in der Irmingersee und im Labradorstrom vorkommende Form (Syst. Teil, S. 115). In den wärmeren Meeren treten für sie einige andere Unterarten (*Aul. b. bisternaria* und *ovulum*) vikarierend ein, in den größeren Meerestiefen wird sie vielleicht durch die sehr derbstachelige *Aul. robusta* vertreten.

** *Auloscena verticillus hamata* ist ebenfalls eine bipolare Unterart einer sehr formenreichen Großart. Ob die in den Tropen vikarierenden Unterarten Tiefenbewohner sind, ob also die Großart im ganzen als interpolar zu bezeichnen ist, war nicht zu ermitteln.

** *Aulastrum spinosum* ist eine ausgesprochen bipolare Art, welche bisher nur im Labradorstrom (vom „National") und in der Antarktis (vom „Gauß") gefischt worden ist.

Cannosphaeridae. Bipolar: ** *Cannosphaera antarctica*, bisher mit Sicherheit nur von der Westküste Grönlands, von der Irmingersee und vom Labradorstrom, sowie von der Antarktis bekannt.

Sagosphaeridae. Bipolar: ** *Sagenoscena irmingeriana* und * *Sagoscena castra*. Erstere scheint ein ähnliches Verbreitungsgebiet wie *Cannosphaera antarctica* zu besitzen, für letztere ist auch ein Fundort aus dem südöstlichen Pacifik bekannt.

1) Vergl. hierzu auch GIESBRECHT, 1902, S. 7.

Castanellidae. Bipolar: ** *Castanidium Apsteini*, aus dem nordwestlichen Atlantik, der Antarktis sowie aus dem südlichen Indik bekannt, also einen Uebergang zu den interpolaren Formen bildend; * *Castanidium variabile antarcticum*, anscheinend bipolare Unterart der Großart *Castanidium variabile*.

Circoporidae. Unipolar-submergent: **Haeckeliana irregularis*. Diese Form ist in der Antarktis, im Benguelastrom, im südlichen und nördlichen Indik mittelst sehr tief gehender Schließnetz- und Vertikalnetzzüge erbeutet worden und scheint also in der südlichen Hemisphäre ihr Hauptverbreitungsgebiet zu haben.

Tuscaroridae (s. S. 526). Unipolar-submergent: * *Tuscaretta globosa* und **passercula*. Erstere ist in großer Zahl an sechs antarktischen Stationen der „Valdivia", außerdem sporadisch im Benguelastrom und (vom „National") auch im Nordäquatorialstrom, und zwar noch oberhalb des 500 m-Horizontes, letztere an sieben antarktischen Stationen, teilweise in sehr großer Individuenzahl und außerdem sporadisch im nördlichen Indik erbeutet worden. Vielleicht stellt sich für beide Formen bei genauerer Kenntnis ihrer Vertikalverbreitung ein unipolar-submergenter Charakter heraus.

Porospathidae. *Porospathis holostoma* scheint in allen Meeren in gleichen Tiefen vorzukommen.

Challengeridae. a) Bipolar: ** *Protocystis tridens* und ** *Harstoni*. Beide waren schon vorher aus den nördlichen Teilen des Atlantik und aus dem nördlichen Eismeere bekannt und sind durch die „Valdivia" an zahlreichen Punkten der Antarktis festgestellt worden. Die mir von Herrn Kollegen Jörgensen freundlichst überlassenen Exemplare gestatteten mir, für beide Arten die vollkommene Identität der nordischen und antarktischen Formen festzustellen.

b) Interpolar: Da *Protocystis Harstoni* (Textfig. 150) und *Sloggetti* (Textfig. 149) einem engeren Formenkreis angehören, da sie ferner in den kalten und warmen Meeresgebieten füreinander vikarieren, und da erstere bis über den 100 m-Horizont heraufsteigt, letztere vorzugsweise große Tiefen bevorzugt, so repräsentieren sie zusammen einen Formenkreis von ausgesprochen interpolarem Charakter.

c) Unipolar-submergent: ** *Challengeria Naresi* wurde bisher hauptsächlich im antarktischen Gebiet, außerdem aber auch in wärmeren Meeresteilen angetroffen. An einer antarktischen Station wurde sie oberhalb des 300 m-Horizontes, sonst, soweit Schließnetzfänge vorliegen, nur in sehr großen Tiefen erbeutet, so daß sie wohl als unipolar-submergent betrachtet werden darf. Aehnliche Verhältnisse zeigt ** *Protocystis Thomsoni*, wenigstens in ihrer dickschaligen Variante, sowie vielleicht * *Protocystis Swirei* und * *bicornis*. Doch wurden letztere vereinzelt auch im Indik in sehr hohen Horizonten angetroffen.

Medusettidae. Aus dieser, vorzugsweise in den Warmwassergebieten verbreiteten Gruppe sind keine bipolaren Formen bekannt.

Concharidae. ?Unipolar-submergent: * *Conchopsis orbicularis* und **pilidium* zeigen eine ganz ähnliche Art der Horizontal- und Vertikalverbreitung, wie die mit ihnen häufig vergesellschafteten Challengeriden, *Challengeria Naresi* und *Thomsoni*, doch liegen bisher keine Funde vor, welche darauf hinweisen, daß diese Concharriden in der Antarktis in höhere Regionen emporsteigen, als in den warmen Meeresgebieten.

C o e l o d e n d r i d a e. Bipolare und interpolare Formen sind bisher nicht bekannt. Vielleicht bilden die tropische *Coelographis regina* und die antarktische *C. antarctica* einen Formenkreis von interpolarem oder unipolar-submergentem Charakter. Doch fehlt es noch vollständig an Angaben über die Vertikalverbreitung dieser Arten. Von besonderem Interesse ist die Verbreitung von *Coelechinus wapiticornis*, welche streng auf die Antarktis beschränkt zu sein scheint und hier für eine nicht verwandte, aber konvergente, vorwiegend tropische Art, *Coelodendrum furcatissimum*, eintritt.

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich, daß für eine verhältnismäßig große Zahl von Tripyleen, nämlich für 8 gut charakterisierte Arten und Unterarten, die B i p o l a r i t ä t mit ziemlicher Sicherheit, für eine beträchtliche Anzahl anderer Formen mit einiger Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann. Ferner lassen die beiden nahe verwandten Arten *Protocystis Harstoni* und *Sloggetti* in besonders deutlicher Weise eine i n t e r p o l a r e Verbreitung erkennen, und endlich ist zu ersehen, daß mehrere Formen sehr wahrscheinlich, andere möglicherweise als u n i p o l a r - s u b m e r g e n t zu betrachten sind.

Angesichts der verhältnismäßig großen Rolle, welche die bipolaren Formen unter den Tripyleen spielen, mag es vielleicht berechtigt erscheinen, auch von dieser Organismengruppe aus die verschiedenen, oben aufgezählten Hypothesen zu prüfen und damit an eine Frage heranzutreten, deren endgültige Entscheidung allerdings wohl kaum auf tiergeographischem, sondern auf geologischem und paläontologischem Boden zu erwarten sein wird.

Ebenso wie Meisenheimer beim Studium der „Valdivia"-Pteropoden und Maas bei der Bearbeitung der „Belgica"-Medusen, bin auch ich bezüglich der Radiolarien zu der Vorstellung gedrängt worden, daß die polaren Formen und ebenso die Tiefenbewohner unter zunehmender Anpassung an kühlere und kalte Wassertemperaturen aus einer mehr oberflächlichen Warmwasserfauna hervorgegangen sein müssen.

Die Hauptstütze für diese Ansicht scheint mir in der Thatsache zu liegen, daß, ähnlich wie die meisten Pteropoden und Medusen, so auch d i e ü b e r w i e g e n d e Z a h l d e r R a d i o l a r i e n u n d i n s b e s o n d e r e d e r T r i p y l e e n mehr oder weniger ausgesprochene W a r m - w a s s e r b e w o h n e r zu sein scheinen oder wenigstens die mäßig kühlen Tiefenschichten der wärmeren Meeresgebiete bevorzugen.

Daß speciell die Aulacanthiden in den warmen Meeresteilen einen besonders großen Formenreichtum aufweisen, ist schon oben (S. 527) hervorgehoben worden. Auch in fast allen anderen Tripyleen-Familien überwiegen die Warmwasser-, bezw. die äquatorialen Tiefenkühlwasserformen, so bei den Aulosphäriden, Castanelliden und Circoporiden. Unter den Tuscaroriden ist, außer den beiden oben (S. 526) herangezogenen, ausgesprochen cirkumtropischen Arten, eine ganze Reihe von anderen Formen nur aus den Tropen bekannt, besonders groß aber ist die Zahl der Warmwasser- und tropischen Kühlwasserformen unter den Challengeriden. Unter den 31 in der „Valdivia"-Ausbeute vorgefundenen Challengeriden-Arten liegt jetzt schon für 12—15 ein genügend großes Material vor, um ihren äquatorialen Charakter erkennen zu lassen, und ähnliche Verhältnisse dürften für die Medusettiden, Conchariden und Coelodendriden gelten. Speciell für die Conchariden hebt auch Borgert (1907) hervor, daß die dem Aequator zunächst

gelegenen Strömungsgebiete, vor allem der Südäquatorial- und Guineastrom, besonders reich an Species sind.

Auch in anderen Radiolarienabteilungen haben offenbar die nämlichen Verhältnisse Geltung. So hat Popofsky (1904a, S. 120, 150) für die Acanthometriden festgestellt, daß ihr eigentliches Verbreitungsgebiet in wärmeren Meeren, und zwar in den oberen, stärker durchwärmten Wasserschichten von 0—400 m, zu suchen ist. Aehnliches gilt nach Popofsky (1906) auch für die Acanthophrakten und, wie mein Schüler H. Mast in einer noch nicht veröffentlichten Untersuchung nachwies, für die vielgestaltige Sphärellariengruppe der Astrosphäriden. Letzterer Fund scheint mir für unsere Frage besonders bedeutungsvoll zu sein, weil wir aus zahlreichen fossilen Funden wissen, daß die Astrosphäriden eine sehr alte, schon im Paläozoikum eine große Rolle spielende Formengruppe sind (vergl. IV. Abschnitt).

Angesichts des Umstandes, daß die nordatlantischen und subarktischen Gebiete nachgerade recht gut durchforscht sind, und im Hinblick auf die reiche antarktische Ausbeute der „Valdivia" ist nicht wohl anzunehmen, daß alle diese Ergebnisse durch eine ungleichmäßige Kenntnis der einzelnen Meeresgebiete beeinflußt sind, vielmehr darf wohl die Gesamtauffassung als berechtigt gelten, daß die warmen Meeresgebiete und zwar deren Oberflächenschichten die ursprüngliche Heimat der Radiolarien und speciell der Tripyleen gewesen sein müssen.

Zu einem ähnlichen Resultate führt auch die Thatsache, daß wenigstens in einigen Tripyleengruppen die eigentlichen oberflächenbewohnenden Warmwasserformen sowohl der Größe wie der Form nach die einfachsten Verhältnisse zeigen. Wie nämlich weiter unten ausgeführt werden soll, sind in den betreffenden Abteilungen die Oberflächenformen der warmen Meere in der Regel durch geringe Größe, durch kugelige Gestalt und einfachere Skelettverhältnisse ausgezeichnet, während die tiefenbewohnenden Kühl- und Kaltwasserformen die üblichen Dimensionen der Protozoen bei weitem zu überschreiten und kompliziertere Gestalts- und Strukturverhältnisse anzunehmen pflegen. Ganz besonders schön tritt dieser Gegensatz unter den Cölodendriden hervor.

Endlich erfährt unser Satz in der Beobachtung eine Stütze, daß Formen von weiterer Verbreitung in Misch- und Kaltwassergebieten Entwickelungshemmungen und Verkrüppelungen aller Art aufweisen. So nehmen einige tropische Phäosphärien *(Aulatractus fusiformis, Sagenoarium Chuni)* in Mischgebieten geringere Dimensionen an, was als eine Art Verkümmerung zu deuten ist, da gut angepaßte Kühl- und Kaltwasserformen sonst eher größer als die eigentlichen Warmwasserformen zu sein pflegen. Ferner fanden sich Stachelverbildungen aller Art bei antarktischen Exemplaren von *Aulographonium pulvinatum* (Taf. XLIII, Fig. 317a), *Aulospathis variabilis triodon* (Taf. VII, Fig. 81—82), *Aulosphaera bisternaria* (1904a, S. 609, Anm. 1), und ganz besonders zahlreiche Monstrositäten und Entwickelungshemmungen weisen die Castanelliden der antarktischen Stationen auf (Taf. XXXVIII, Fig. 289, 291; Taf. XL, Fig. 295, 295a u. a.; vergl. Syst. Teil, S. 144, 148), nach meiner Ansicht ein Fingerzeig dafür, daß diese Formen in dem Kaltwasser der Antarktis nicht mehr vollkommen genügende Existenzbedingungen finden, beziehungsweise daß sie sich der Antarktis erst anzupassen beginnen. Auch bei anderen Organismen, z. B. bei den Brachiopoden (Blochmann, 1908), werden ja Verkrüppelungen mit veränderten Temperaturverhältnissen in Zusammenhang gebracht.

Wenn also die Annahme richtig ist, daß die Oberflächenschichten der Warmwassergebiete dem Radiolarien-Organismus die zunächst am meisten zusagenden Bedingungen darbieten, so darf daraus die weitere Vermutung abgeleitet werden, daß von diesen Gebieten aus unter zunehmender Anpassung an kühlere Temperaturen eine Ausbreitung sowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung stattgefunden hat, und daß auf diese Weise einerseits die Tiefenkühl-, andererseits die polaren Kaltwasserformen entstanden sind.

So mögen, wie dies auch Meisenheimer für die Pteropoden angenommen hat, auf dem einen Wege, nämlich durch Ausdehnung der horizontalen Grenzen, zunächst Uebergriffe der stenothermen Warmwasserformen in die Mischgebiete stattgefunden haben, so daß es zunächst zur Entstehung von eurythermen Kosmopoliten kam. Während aber bei diesen Formen „mit der zunehmenden Anpassung an kühlere Stromgebiete die Fähigkeit eines Aufenthaltes unter dem Aequator erhalten blieb, und so extrem eurytherme Formen entstanden, bildete sich bei anderen zugleich mit jener Anpassung eine allmähliche Abneigung gegen die wärmsten Stromgebiete heraus" (Meisenheimer), es fand dabei eine immer weiter gehende Differenzierung und Loslösung von den Stammformen und gleichzeitig eine räumliche Entfernung von den äquatorialen Meeresgebieten statt. So entstanden zunächst die bizonären oder Zweigürtelformen, dann aber bei extremer Anpassung an das Kaltwasser die bipolaren Formen. Unter besonderen Bedingungen konnte wohl auch eine Ausbreitung nur gegen den einen Pol hin vor sich gehen, und so entstanden rein antarktische, bezw. rein arktische Formen.

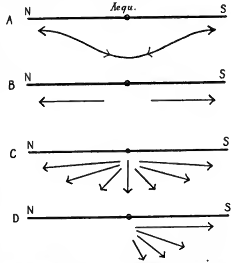


Fig. 151. Längsprofile des Atlantik zur Veranschaulichung der Bipolaritätshypothesen.

Während man sich in Anlehnung an Meisenheimer denken könnte, daß die Zweigürtelformen, die bipolaren und die rein antarktischen Formen sich bei zunehmender Anpassung an ein kühleres Medium nur in horizontaler Richtung von den Wohnsitzen ihrer Stammformen fortbewegt haben, dürfte die eigentümliche Verbreitungsweise der interpolaren und der unipolar-submergenten Formen auf eine gleichzeitige vertikale Ausbreitung zurückzuführen sein.

Das beigegebene Schema (Textfig. 151) soll den Gegensatz der Ortmann-Chun'schen Hypothese und der hier vorgetragenen Anschauungen in einigen schematischen Längsprofilen, z. B. des Atlantik, veranschaulichen. Fig. a stellt den unterseeischen Austausch dar, wie er sich nach Ortmann und Chun zwischen den beiden polaren Gebieten vollzieht. In Fig. b ist die Entstehung der Zweigürtel- und bipolaren Formen, in Fig. c diejenige der interpolaren, und in Fig. d die der unipolar-submergenten Formen nach der von Meisenheimer und mir vertretenen Hypothese veranschaulicht.

Der Gegensatz zwischen den beiden Anschauungen tritt besonders bei den interpolaren Formen hervor. Nach Chun würden die tiefsten Schichten der wärmeren Meeresgebiete von seitwärts, d. h. von den beiden Polarmeeren aus fortdauernd Zuzug erhalten können, während nach meiner Annahme ihre Besiedlung vorzugsweise von den über ihnen gelegenen Horizonten aus erfolgt.

Es ist im übrigen sehr wohl denkbar, daß die Bildung arktischer und antarktischer Formen und insbesondere auch die bipolare Verbreitungsweise innerhalb einer und derselben Gruppe auf verschiedene Weise zu stande gekommen ist, wie dies auch Maas (1906) für möglich hält und Lohmann (1905) für die Appendicularien nachzuweisen versucht hat. Auch dürften, wie ich in Uebereinstimmung mit Meisenheimer und Maas annehmen möchte, die Anschauungen, zu welchen die Bearbeitung einer einzelnen Gruppe von Planktonorganismen führt, nicht ohne weiteres auf andere Gruppen übertragbar sein.

Versuche einer Tiefengliederung des Oceans.

Es wurde im Vorstehenden zu zeigen versucht, daß die Radiolarien sehr verschiedene Arten der Horizontalverbreitung aufweisen, und daß dabei die Temperaturverhältnisse eine wesentliche Rolle spielen.

Eine ebenso große Mannigfaltigkeit, wie die horizontale, zeigt auch die vertikale Verbreitungsweise der Radiolarien und insbesondere der Tripyleen, und wie sich bei Betrachtung der Horizontalverbreitung zunächst der Gegensatz zwischen Warm- und Kaltwasserformen aufdrängt, so kommt man auch hinsichtlich der vertikalen Verbreitung zunächst zu der Unterscheidung von Oberflächen- und Tiefenbewohnern. Auch sonst zeigt sich ein Parallelismus zwischen horizontaler und vertikaler Verbreitung: so finden eurytherme und stenotherme Formen ihr Gegenstück in solchen mit weiter und eng begrenzter Tiefenausdehnung (eurybathe und stenobathe Formen nach Dahl, 1894, S. 65); wie ferner in horizontaler, so können auch in vertikaler Richtung bald gut umschriebene Arten, bald wenig voneinander abweichende und ineinander übergehende Unterarten füreinander vikariieren, und vor allem läßt sich, wie unten gezeigt werden soll, der Nachweis führen, daß auch die vertikale Verbreitung in bestimmter Weise die Größen-, Gestalt- und Strukturverhältnisse der Radiolarien beeinflußt.

So legen denn gerade die Tripyleen den Versuch nahe, eine Tiefengliederung des Oceans in eingehenderer Weise, als dies bisher unternommen worden ist, und unter Berücksichtigung der ökologischen Wechselbeziehungen der Planktonorganismen zu begründen.

Die ersten Versuche, welche in dieser Richtung unternommen worden sind, gehen von der Thatsache aus, daß die verschiedenen planktonischen Tiergruppen in den einzelnen Tiefenregionen in verschieden großer Arten- und Individuenzahl auftreten und daß vielfach einzelne Horizonte durch bestimmte Formen charakterisiert erscheinen. Die Einteilung, welche vorgenommen wurde, war dann naturgemäß eine mehr oder weniger willkürliche und nahm, wenigstens direkt, keinen Bezug auf allgemeinere ökologische Verhältnisse. In dieser Weise unterschied z. B. DAHL (1894) auf Grund seiner Copepodenstudien drei Regionen in vertikaler Richtung: eine Oberflächenregion (0—100 oder 200 m), welche die zahlreichsten Arten, einige Gattungen sogar ausschließlich beherbergt, ferner eine mittlere Region (200—1000 m) und eine Tiefenregion (unter 1000 m), welche beide durch besondere Arten charakterisiert sind. In ähnlicher Weise schlägt FOWLER (vergl. THOMPSON, 1898, S. 545, Anm. 5), ausgehend vom Plankton des Färöe-Kanals, eine Dreiteilung vor, indem er ein Epiplankton (0—100 Faden unter der Oberfläche), Mesoplankton (100 Faden unter der Oberfläche bis 100 Faden über dem Boden) und Hypoplankton (100 Faden über dem Grund bis zum Grund) unterscheidet, und ich selbst habe in meiner ersten Mitteilung (1904, S. 138) ebenfalls eine vorläufige Gliederung in drei Schichten (0—400, 400—1000, 1000—5000 m) angenommen.

Die bisherigen Schemata sind rein klassifizierender Art, dagegen haben einige spätere Versuche bereits auf die ökologischen Verhältnisse, vor allem auf die die Gliederung bedingenden äußeren Faktoren Rücksicht genommen.

Einen bedeutsamen Schritt in dieser Richtung hat LO BIANCO (1903) gethan, indem er in Anlehnung an BERTHOLD (1882) und FUCHS (1883) den bestimmenden Einfluß des Lichtes auf die Tiefengliederung des Planktons betont und so nach dem Grade der Durchleuchtung drei Zonen unterscheidet:

1) die sehr lichtreiche Zone, welche von der Oberfläche bis in die Tiefe von etwa 30 m reicht (Zone des Phaoplanktons);

2) die Schattenzone (Dämmerungszone), welche sich von 30 m Tiefe bis zur äußersten Grenze erstreckt, welche der eindringende Lichtstrahl erreicht, also etwa bis zum 500 m-Horizont (Zone des Knephoplanktons);

3) die Dunkelzone, welche von 500 m abwärts bis zu den allergrößten Tiefen reicht, welche als bewohnt bekannt sind (Zone des Skotoplanktons). Wie weit im Mittelmeer diese Zone reicht, läßt sich zur Zeit nicht angeben, da die genaueren, auf den Fahrten des „Puritan" gemachten Beobachtungen, auf denen die Aufstellungen LO BIANCO's vorwiegend beruhen, im ganzen nur etwa bis zur Tiefe von 1500 m gehen.

Formen, welche in allen Schichten zwischen der Oberfläche und den großen Meerestiefen vorkommen (die eurybathen Formen DAHL's), werden von LO BIANCO als panteplanktonisch bezeichnet. Ich werde dafür den grammatikalisch vielleicht richtigeren Ausdruck pamplanktonisch anwenden.

In grundlegender Weise ist sodann der Einfluß des Lichtes auf die Verteilung speciell des Phytoplanktons von dem Botaniker der Deutschen Tiefsee-Expedition, SCHIMPER, und von dem Bearbeiter der „Valdivia"-Diatomeen, KARSTEN, untersucht worden (vergl. besonders CHUN, 1900,

1904; Karsten, 1905, 1907)[1]. Speciell für die Antarktis konnte gezeigt werden, daß die Diatomeen (*Chaetoceras, Rhizosolenia, Corethron, Thalassiothrix, Fragilaria* u. a.) in den oberflächlichsten, von 0 bis 20 m reichenden Schichten offenbar ungünstige Lebensbedingungen finden, daß aber dann ihre Masse zunimmt und in einer Tiefe von 40—80 m ihre maximale Höhe erreicht.

Unterhalb dieses Horizontes findet eine starke Abnahme statt, und gleichzeitig treten an Stelle der charakteristischen Oberflächenformen mehr und mehr andere Arten in den Vordergrund. Speciell die zwischen 80 und 200 m lebende, das intensive Licht meidende Flora wird von den Botanikern als „Schattenflora" bezeichnet. Sie besteht in der Antarktis vorzugsweise aus *Coscinodiscus-* und *Asteromphalus*-Arten. Die Massenentwickelung tritt hier, wie gesagt, zurück, dagegen ist ein großer Artenreichtum vorhanden, so daß z. B. die Diatomeen-Gattung *Coscinodiscus* durch etwa 50 Arten vertreten ist (Karsten, 1905, S. 15).

Unterhalb 200 m bis etwa zum 400 m-Horizont ist die assimilierende Vegetation äußerst dünn gesät. In noch größerer Tiefe ausgeführte Schließnetzfänge fördern nur noch leere Schalen zu Tage, und zwar sind es nur die Schalen der derbwandigen Formen, insbesondere die Gehäuse von *Fragilaria*, welche während des Herabsinkens der Zersetzung entgehen und bis auf den Boden des 4000—6000 m tiefen antarktischen Meeres gelangen (Karsten, 1905, S. 12). Doch hält es Karsten für möglich, daß zur Zeit der polaren Winterruhe die schwebenden Dauersporen sich durchweg in größeren Tiefen aufhalten (l. c. S. 31).

In den tropischen Meeren liegen nach Karsten ähnliche Verhältnisse vor. Auch hier ist die Hauptmasse des Phytoplanktons in den oberen 200 Metern enthalten, und zwar findet zunächst eine Zunahme bis zum 80 m-Horizont statt. Während aber in der Antarktis die Diatomeen die Hauptmasse dieses reichlichen Oberflächenplanktons bilden, treten in den tropischen Meeren die Peridineen in den Vordergrund.

Von 80 m abwärts bis etwa zum 200 m-Horizont schließt sich auch in den tropischen Meeren eine „Schattenflora" an, in welcher zu den *Coscinodiscus-* und *Asteromphalus*-Arten insbesondere noch die Diatomacee *Planktoniella* und die eine eigene Gruppe von kugeligen Planktonalgen bildende Gattung *Halosphaera* hinzukommt.

In Anlehnung an die Einteilungen von Lobianco, Schimper und Karsten habe ich selbst später (1906, S. 279) ein vollständigeres Schema von der Tiefengliederung der Radiolarien- und speciell der Tripyleenfauna zu geben versucht, ohne zunächst auf die diese Gliederung bedingenden physikalischen oder ernährungsphysiologischen Faktoren näher einzugehen. Vielmehr lag mir nur daran, einen Parallelismus zwischen der zunächst rein systematischen vertikalen Stufenordnung der Tripyleen und den ökologischen Schemen Lo Bianco's und der Botaniker herzustellen.

Ich gebe hier meine Tabelle in vollständigerer Form wieder, wobei ich für die vierte und unterste Tripyleenstufe die Bezeichnung Nachtzone oder Zone des Nyktoplanktons anwende (1906, S. 277) und die frühere Aufzählung der „Leitformen" in geeigneter Weise ergänze. Eine vollständige Liste der Leitformen wird in einem späteren Kapitel hinzugefügt werden.

In der dritten Kolumne beziehen sich die Tiefenangaben im allgemeinen auf wärmere Meeresgebiete. Für die Antarktis gelten etwas niedrigere Werte, welche zum Teil in eckigen Klammern angegeben sind.

1) Die Tiefenangaben in den vorläufigen Mitteilungen Chun's und in der definitiven Darstellung Karsten's weichen in kleinen Einzelheiten voneinander ab.

Verteilung des Mittelmeer-Planktons nach Lo Bianco	Verteilung des pflanzlichen Planktons nach den Ergebnissen der Deutschen Tiefsee-Expedition	Verteilung der Radiolarien, insbesondere der Tripyleen
0—30 m: Lichtzone, Zone des Phaoplanktons.	8—80, besonders 40—80 m: Diatomeenschichte. Leitformen: *Chaetoceras*, *Rhizosolenia*, *Thalassiothrix*, *Synedra*.	0—50 m: Collidenschicht. Leitformen: *Collozoum inerme*, *Sphaerozoum punctatum*, *Thalassophysa pelagica*, *Thalassicolla nucleata*; *Aulacerna pelagica*, *Cannosphaera antarctica*, *Sagoscena elegans*.
30—500 m: Schattenzone, Zone des Knephoplanktons.	80—200 m: Schattenflora. Leitformen: *Coscinodiscus*, *Asteromphalus*, *Planktoniella*, *Halosphaera*.	50—400 [? 50—200] m: Challengeridenschicht. Leitformen: *Challengeria xiphodon*, *Protocystis Swirei*, *P. Harstoni*; *Conchidium terebratula*, *C. rhynchonella*, *Conchoceras caudatum*, *Conchophacus diatomeus*.
500—?: Dunkelzone, Zone des Skotoplanktons.	Mikrosporen von Diatomeen.	400—1500 [? 200—1000] m: Tuscarorenschicht. a) 400—1000 m. Pandorastufe. Leitformen: *Aulographis pandora*, *Auloceros arborescens*, *Aulokleptes ramosus*, *Aulacantha scolymantha bathybia*; *Tuscarilla nationalis*, *Tuscaretta globosa*, *tubulosa* und *passercula*; *Protocystis Tizardi*, *P. Sloggetti*. b) 1000—1500 m: Aulospathisstufe. Leitformen: *Aulospathis variabilis*, *Aul. pinus*; *Castanella Sloggetti*, *Castanidium Apsteini*.
Nachtzone, Zone des Nyktoplanktons.	Mikrosporen von Diatomeen?	1500—5000 m: Pharyngellenschicht. Leitformen: *Challengeria Naresi*, *Protocystis Murrayi*, *Pharyngella gastrula*, *Porcupinia cordiformis*; *Conchopsis orbicularis*, *C. pilidium*.

Nahrung der Radiolarien.

Wenn wir uns nun der Frage zuwenden, durch welche Faktoren die Tiefengliederung der Radiolarien hervorgerufen wird, so ist zunächst natürlich die Möglichkeit eines direkten Einflusses des Lichtes auszuschalten. Dagegen ist auf alle Fälle zu erwarten, daß die Vertikalverteilung der Radiolarien von derjenigen ihrer Nahrung einigermaßen abhängig ist, und so müssen wir uns zunächst mit den Ernährungsverhältnissen unserer Protozoengruppe beschäftigen.

In dieser Richtung liegen bis jetzt nur wenige bestimmter lautende Angaben vor. Für die koloniebildenden Formen (Colliden oder Polycyttarien) hat Brandt (1885) den Nachweis führen können, daß die von ihnen beherbergten, extrakapsulären gelben Zellen oder Zooxanthellen überschüssig produzierte Stärke an die Sarkode der Radiolarien abgeben. Inwieweit die koloniebildenden Formen auch von außen Nahrung beziehen, ist zweifelhaft, jedenfalls kommen nach Brandt die Copepoden und anderen größeren Organismen, welche an der Oberfläche gefangener „Qualster" zu kleben pflegen, als Nahrung nicht in Betracht. Es liegen also andere Verhältnisse vor als bei den Foraminiferen, welche sich, wenigstens zum Teil, trotz des Besitzes kommensaler Algen, von Diatomeen, Radiolarien und Copepoden nähren (vergl. Rhumbler, 1901).

Aehnliches dürfte auch für die anderen Radiolarien gelten, bei welchen extra- oder intrakapsuläre Zooxanthellen vorkommen, insbesondere für viele Collodarien, Cyrtellarien und Acanthometren. Es soll gleich hier hervorgehoben werden, daß die Zooxanthellen offenbar nur bei be-

bestimmten Radiolarien auftreten, und daß es möglicherweise verschiedene Algenspecies giebt, die ihrerseits an bestimmte Wirte gebunden sind (vergl. Popofsky, 1904a, S. 8). Jedenfalls können die Zooxanthellen innerhalb einer größeren Radiolariengruppe den einen Formen zukommen, den anderen fehlen. So beherbergen z. B., im Gegensatz zu *Thalassicolla* und anderen Collodarien, zwei mediterrane *Thalassolampe*-Arten keine Zooxanthellen (R. Hertwig), und während sie bei den Acanthometren allgemein verbreitet sein dürften, scheinen sie nur bei wenigen Acanthophracten vorzukommen (R. Hertwig, Popofsky).

Bei den Tripyleen sind bisher keine Zooxanthellen mit Sicherheit festgestellt worden, dagegen tritt uns hier in Gestalt des Phäodiums ein anderer Inhaltsbestandteil entgegen, der mit Recht von den meisten Autoren zu den Ernährungsvorgängen in Beziehung gebracht worden ist.

In seiner typischen Form, nämlich als eine der Astropyle vorgelagerte, dichte Masse von Sekrettropfen und Nahrungsteilen, ist das Phäodium vorzugsweise bei dem Schulbeispiel der Tripyleen, bei *Aulacantha*, und außerdem bei der Mehrzahl der großen Tiefenformen nachzuweisen (Textfig. 106, 123 u. a.). Bei den meisten in den Oberflächenschichten vorkommenden (phao- und knephoplanktonischen) Formen dagegen, so bei sämtlichen Aulosphäriden und Sagosphäriden, ist über die phäodialen Bestandteile des Weichkörpers nur wenig bekannt. Wenigstens ist im konservierten Material das Calymma infolge seiner weichflüssigen Beschaffenheit regelmäßig mit seinen Inhaltsbestandteilen ausgeflossen, und nur in seltenen Fällen findet man einige Phäodellen der Astropyle der Centralkapsel angelagert. Dasselbe gilt für die oberflächenbewohnenden Challengeriden und Conchariden, welche, im Gegensatz zu den mit Phäodium vollgepfropften Schalen ihrer tiefenlebenden Verwandten, nur geringe Reste desselben erkennen lassen (1904, S. 133), ein Unterschied, der neuerdings auch von Borgert (1907) für die Conchariden bestätigt werden konnte.

Besondere Verhältnisse liegen bei den höher differenzierten Gruppen der Cölodendriden (sens. lat.) vor. Schon Haeckel (Rep., p. LVII) hat bei diesen die „Galea", d. h. das den Halbschalen aufsitzende bügel- oder amboßförmige Hohlgebilde, als ein besonderes, zur Aufnahme des Phäodiums dienendes Receptaculum gedeutet. Thatsächlich findet man, wenigstens bei den hochspecialisierten Gattungen aus der Unterfamilie der Cöloplegminen, den größten Teil der Phäodellen in der Regel im Innern der Galeae gelagert (Textfig. 124), indessen dürfte doch, wie die vergleichende Betrachtung der niederen und höheren Typen lehrt (S. 349 ff.), die Hauptfunktion der Galea in ihren mechanischen Leistungen zu suchen sein, während ihre Aufgabe als Verdauungshöhle als eine sekundär hinzugekommene Nebenfunktion zu betrachten ist. Demgemäß wird auch ihre charakteristische Gestalt im wesentlichen durch die äußeren und inneren statischen Verhältnisse des Cölodendridenkörpers bedingt, und nur in gewissen Einzelheiten, so in der rohrartigen Differenzierung der Rhinocanna, macht sich die Nebenfunktion in formbestimmender Weise geltend.

Nicht bloß bei den Tripyleen finden sich Phäodellen, vielmehr habe ich Gebilde ganz ähnlicher Art auch im Pseudopodienmutterboden der tiefenbewohnenden *Oroscena regalis* (Taf. LXXVIII, Fig. 552) beobachtet, und nach den Untersuchungen von H. Mast sind auch bei einigen Astrosphäriden aus den Gattungen *Spongosphaera* und *Digmosphaera* derartige Körper ein regelmäßiges Vorkommnis.

Bau und Funktion der Phäodellen.

Ueber den Bau der Phäodellen speciell der Tripyleen haben neuerdings hauptsächlich Karawajew (1895) und Borgert (1900) genauere Angaben gemacht. Karawajew und besonders Borgert haben das Verdienst, zum ersten Male streng zwischen den eigentlichen Phäodellen, d. h. den tröpfchenartigen Erzeugnissen des Radiolarienkörpers selber, und den von außen herrührenden Einlagerungen (Protophyten, Protozoen, Copepodeneier, ? Kohlenpartikelchen u. s. w.) unterschieden zu haben. Erstere sind, wie Borgert gegenüber Karawajew feststellt, jedenfalls nicht-protoplasmatischer Natur, jedoch konnte auch Borgert keine genaueren positiven Angaben über Zusammensetzung und Wesen dieser Gebilde machen. Auf Grund eines bestimmten Einzelbefundes glaubt er aber zeigen zu können, daß die Phäodellen endoplasmatischen Ursprunges sind (1900, S. 264).

Ebensowenig wie über die Frage nach dem Bau der Phäodellen sind die Akten bezüglich ihrer Funktion geschlossen. Während R. Hertwig (1879, S. 99) den Eindruck gewonnen hat, daß die unregelmäßigen, das Phäodium zusammensetzenden Substanzbrocken halb assimilierte Nahrungsteile darstellen, wurde von Haeckel vermutungsweise, von Karawajew und Borgert in bestimmterer Fassung die Auffassung vertreten, daß es sich um Eigengebilde des Tripyleenkörpers handle, welche indessen ebenfalls zur Assimilation der Nahrung in enger Beziehung stehen (vergl. die Diskussion des Gegenstandes bei Haeckel, Rep., p. 1536, und bei Borgert, 1900, S. 260 ff.).

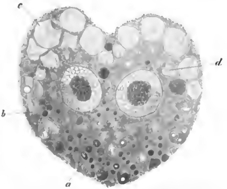


Fig. 152. *Phaeocolla valdiviae*. *a*—*d* die successive Umwandlung der Phäodellen darstellend.

Das wundervoll konservierte Material der „Valdivia" hat auch für das Studium des Phäodiums einige neue Anhaltspunkte gewährt. Diejenigen Objekte, welche mir bei der Untersuchung in erster Linie Dienste geleistet haben, sind die Phäocollen, die Aulacanthiden und Tuscaroriden.

Die skelettlose, zweikapselige *Phaeocolla valdiviae* (Textfig. 152) bot insofern besonders günstige Verhältnisse, als die Nahrungsteile und Phäodellen eine regelmäßige örtliche Anordnung aufweisen, welche auf eine bestimmt gerichtete Cirkulation und eine stufenweise, während derselben vor sich gehende Umwandlung schließen läßt. In der Mitte der herzförmigen Körperscheibe, zwischen den beiden Centralkapseln, finden sich vorzugsweise freie, d. h. nicht von Phäodellensubstanz umhüllte Nahrungsteile, Diatomeenpanzer und Diatomeensporen, vor. Gegen den oralen Rand zu sieht man die letzteren mehr und mehr von kleineren, dunkel tingierbaren Sekrettropfen eingeschlossen (Textfig. 152 *a*), längs der seitlichen Scheibenränder folgen dann größere, blassere Tropfen *(b)* und am aboralen Rande sehr große Gallertvakuolen *(c)*, sowie die von anderen

Autoren beschriebenen „gefalteten Membranen" *(d)*, d. h. in diesem Fall wohl ausschließlich Vakuolen, welche unter der Wirkung der Reagenzien eine künstliche Deformierung erfahren haben. (In anderen Fällen, z. B. bei den Tuscaroren, handelt es sich bei den „gefalteten Membranen" zum Teil um geschrumpfte Ei- und Cystenhüllen verschiedener Organismen.) „Hier ist mit Sicherheit zu erkennen, daß die aufgenommenen Nahrungsteile in den mittleren Partien des Weichkörpers von wahrscheinlich schleimartigen Sekrettropfen umschlossen werden, und daß die so gebildeten Phäodellen während der Verdauung der Nahrung und unter gleichzeitiger Ueberführung des Sekretes aus einem tingierbaren, vielleicht mehr schleimigen, in einem blassen, gallertigen Zustand, in einer Art von „Fontänenstrom"[1]) nach den seitlichen Rändern und schließlich nach dem Hinterrande der Weichkörperscheibe befördert werden" (1907, S. 153).

Zu der Annahme, daß die Substanz der Phäodellen in den Anfangsstadien schleimiger Natur sei, bin ich hauptsächlich durch die Erfahrungen hingeführt worden, welche ich vor längerer Zeit an der Epidermis der Polychätenlarven gemacht habe[2]). Hier finden sich nämlich bei verschiedenen Formen alle Uebergänge zwischen den einzelligen Schleimdrüsen mit stark tingierbarem Sekret und den mit Gallerte angefüllten Skelettzellen, welche, wie schon HATSCHEK und KLEINENBERG erkannten, die Funktion eines larvalen Stützgewebes haben und besonders bei pelagischen Formen reichlich entwickelt sind.

Um eine weitere Stütze für meine Vermutung zu erhalten, habe ich bei Formen, welche mir in größerer Anzahl zur Verfügung standen, einige specifische Schleimfärbungen vorgenommen, und zwar wurde sowohl Sublimat-, als Chromosmiumessigsäure-Material mit P. MAYER's Mucikarmin und Muchämateïn[3]), sowie mit SUSSDORF's[4]) Methylenblaufärbung tingiert. Im Gegensatz zu der Angabe BORGERT's, daß sich die Phäodellen von *Aulacantha* im Unterschied vom Protoplasma fast vollkommen indifferent gegen Farbstoffe verhalten, zeigten erstere, speciell bei Sublimatmaterial von Aulacanthiden sehr distinkte Färbungen, und zwar wurden sie durch Mucikarmin großenteils lebhaft rosa, durch Muchämateïn trübviolett, durch Methylenblau blau gefärbt, während in allen drei Fällen Kern und Intrasarkode infolge kräftiger Differenzierung nur schwach gefärbt waren. Im FLEMMING-Material zeigten jeweils nur einige Phäodellen die charakteristischen Farben, während die Mehrzahl die gelbe oder grüngelbe Chromsäurefärbung beibehielt. Alles in allem dürften also die Färbungsversuche der Ansicht mindestens nicht widersprechen, daß die Phäodellensubstanz in gewissen Zuständen schleimartiger Natur ist.

So sehe ich denn in der That keine Veranlassung, die Anschauung, welche ich 1907 bezüglich der substantiellen Beschaffenheit der Phäodellen von *Phaeocolla* geäußert habe, zu modifizieren, vielmehr scheinen mir nicht bloß die für *Phaeocolla* beschriebenen Anordnungsverhältnisse, sondern auch die Färbungsreaktionen die Hypothese recht wahrscheinlich zu machen, daß die Phäodellen **schleimartige Sekrettropfen sind, welche sich nach und nach in eine gallertartige Substanz umwandeln.**

1) Die Bezeichnung „Fontänenstrom" ist von RHUMBLER (Arch. f. Entw.-Mech., Bd. VII, 1898) für die in der Mittelachse des Körpers von hinten nach vorn rückende und am Vorderrande nach beiden Seiten abfließende Körnchenströmung, wie sie sich bei manchen Amöben findet, angewandt worden.

2) Vergl. V. HÄCKER, Pelagische Polychätenlarven. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXII, 1896, S. 156, Taf. IV, Fig. 23 u. a.

3) Vergl. A. B. LEE und P. MAYER, Grundzüge der mikroskopischen Technik, 2. Aufl., Berlin 1901, S. 414.

4) Deutsche Zeitschr. Tiermed., Bd. XIV.

Eine andere Frage ist es, ob diese Flüssigkeitstropfen wirklich, wie aus den Befunden bei *Phaeocolla* ebenfalls hervorzugehen scheint, eine wichtige Rolle bei der Verdauung der aufgenommenen Nahrungsbestandteile spielen, ob sie also den „Verdauungsvakuolen" anderer Protozoen vergleichbar sind. In diesem Falle wäre anzunehmen, daß sie irgendwelche Enzyme enthalten. Borgert hat sich diese Frage ebenfalls vorgelegt, er glaubte jedoch, daß sie durch den von ihm geführten Nachweis der nichtprotoplasmatischen Natur der Phäodellen bereits im negativen Sinne entschieden sei. Dies trifft indessen nach meiner Meinung nicht zu, denn es ist bekannt, daß in den Verdauungssäften höherer Tiere, vor allem in der Galle der Wirbeltiere, Mucine und Enzyme nebeneinander vorkommen. So stände wohl der Ansicht nichts im Wege, daß die Phäodellen in ihrem schleimigen Substrat Enzyme gelöst enthalten, und vielleicht gelingt es doch einmal, solche aus frischem Material zu extrahieren. Im Hinblick auf die Bilder, welche *Phaeocolla* und, wie wir sehen werden, auch die übrigen Tripyleen zeigen, liegt jedenfalls die Vermutung sehr nahe, daß die Phäodellen thatsächlich die Funktion von „Verdauungsvakuolen" haben.

Anfangs- und Endzustände der Phäodellen. Borgert (1900, S. 264) teilt mit, daß er gelegentlich sowohl im astropylären Teil des Endoplasmas von *Aulacantha* als auch außerhalb der Astropyle kleine, nicht-tingierbare Körnchen beobachtet habe, welche wohl als Vorstufen der Phäodellen zu deuten seien. Außerdem habe er bei einem Individuum in der Intrasarkode richtige Phäodellen gefunden, die sich in nichts von den außerhalb der Centralkapsel gelegenen Gebilden unterscheiden. Beide Befunde führten Borgert zu der Ansicht, daß das Endoplasma die Bildungsstätte für die Phäodellen sei.

Auch in meinem Aulacanthiden-Material fanden sich nicht selten innerhalb des Endoplasmas kleine körnchenförmige Einlagerungen, welche vielleicht mit den von Borgert beobachteten identisch sind. Doch halte ich es nicht für nötig, aus diesen Vorkommnissen eine intrakapsuläre Entstehung der Phäodellen abzuleiten, selbst dann nicht, wenn sich genau die nämlichen Gebilde in der Extrasarkode vorfinden würden. Es wäre ja sehr gut möglich, daß bestimmte Stoffwechselprodukte sowohl im intra-, wie im extrakapsulären Plasma ihre Entstehung nehmen, ohne daß eine Ueberwanderung in geformtem Zustand stattzufinden braucht. So habe ich keine Anhaltspunkte für eine Bestätigung der Borgert'schen Annahme finden können, insbesondere sind mir weder bei den Aulacanthiden, noch bei irgend einer anderen Tripyleengruppe endoplasmatische Phäodellen begegnet [1]).

Um selber zu bestimmteren Vorstellungen bezüglich der Entstehung der Phäodellen zu gelangen, habe ich mein Augenmerk auf solche junge Tiere gerichtet, bei welchen mindestens ein Teil des Phäodiums in Neubildung begriffen war. Es zeigte sich, daß in derartigen Entwickelungsstadien die Phäodellen einerseits ein besonders starkes Tinktionsvermögen besaßen, andererseits überhaupt keine oder nur ganz vereinzelte Fremd-

1) Eine dritte Art von endoplasmatischen Inhaltskörpern, welche Karawajew und Borgert bei *Aulacantha* gefunden haben (vergl. Borgert, 1900, S. 248), die sogenannten „bläschenförmigen Einschlüsse", sind sehr häufig bei allen untersuchten Aulacanthiden zu beobachten, und zwar nicht bloß in den Prophasen der Teilung, in welchen sie von Borgert hauptsächlich festgestellt wurden, sondern nicht selten auch im „Ruhestadium" der Centralkapsel. Es zeigen diese Gebilde eine große Aehnlichkeit mit gewissen Formen der bei Collodarien und Sphärellarien regelmäßig vorkommenden Konkretionen, und so möchte ich sie in Uebereinstimmung mit Borgert als Ausscheidungsprodukte oder, besser vielleicht, als Reservestoffe betrachten.

körpereinschlüsse aufwiesen, zwei Merkmale, welche sich mit der oben vertretenen Hypothese in recht guten Einklang bringen lassen.

So fanden sich bei einem jugendlichen Exemplar von *Challengeria Naresi* mit weichhäutiger, färbbarer Schale (Taf. LII, Fig. 430) im extrakapsulären Plasma („Neoplasma") nur sehr wenige, großenteils stark färbbare und der Einschlüsse entbehrende Phäodellen, welche, ähnlich wie man es vielfach bei Nukleolen sieht, von einem hellen, durch Schrumpfung entstandenen Hof umgeben waren.

Noch deutlicher tritt die Beschaffenheit junger Phäodellen bei einem Exemplar von *Planktonetta atlantica* mit 3 Centralkapseln hervor. Das Phäodium dieses in Fortpflanzung begriffenen Individuums ist im Gegensatz zu dem Phäodium anderer *Planktonetta*-Exemplare (s. unten) nahezu vollkommen frei von Fremdkörpereinschlüssen und besteht aus dicht gedrängten, großenteils färbbaren, rundlichen Phäodellen, welche in der unten zu beschreibenden Weise alle Uebergänge teils zu den pigmentierten Typen, teils zu den „gefalteten Membranen" zeigen (Taf. LXXXVII, Fig. 606). Speciell in dem Zwischenraum zwischen den beiden, außerhalb der Schale gelegenen Enkelkapseln, also offenbar in neugebildetem Plasma, waren zahlreiche, tief tingierbare Phäodellen eng zusammengedrängt, wie dies, allerdings in nicht sehr ausgesprochener Weise, auch auf dem früher abgebildeten Schnitte (Taf. LIX, Fig. 459) hervortritt.

Beide Befunde weisen, ebenso wie die Beobachtungen an *Phaeocolla*, darauf hin, daß die Phäodellen in statu nascendi ein besonders hohes Maß von Färbbarkeit besitzen und zunächst noch frei von Einschlüssen sind. Es spricht dies alles für die Annahme, daß die Phäodellen als schleimartige Sekrettropfen in der extrakapsulären Sarkode ihre Entstehung nehmen, um sodann, sei es nach Aufnahme von Fremdkörpern, sei es ohne eine solche, in die gleich zu besprechenden Modifikationen und Endstadien überzugehen.

Die allmähliche Umwandlung der Phäodellen habe ich hauptsächlich bei *Phaeocolla* (Textfig. 152; Taf. XLII, Fig. 302), bei den Planktonetten (Taf. LXXXVII, Fig. 606) und bei den Tuscaroren (Taf. LXXXVI, Fig. 601), aber auch bei Aulacanthiden (Taf. LXXXVI, Fig. 602) und anderen Formen verfolgen können. Die Neubildung kann nach verschiedenen Richtungen hin vor sich gehen, und daraus erklärt sich das außerordentlich mannigfaltige und unregelmäßige Bild, welches das Phäodium der Tripyleen im allgemeinen darbietet. Die wichtigsten Modifikationen und Endstufen sind folgende:

a) Pigmentierte Phäodellen. Es lassen sich unter den Phäodellen, insbesondere unter solchen, welche keine Einschlüsse enthalten, alle Uebergangsstufen vom unpigmentierten, aber künstlich tingierbaren zum natürlich gefärbten Zustand nachweisen, und zwar findet man entweder, daß die Tingierbarkeit abnimmt und an Stelle der künstlichen Farbe eine diffuse gelbliche, bräunlichgelbe oder grünlichgelbe Färbung zum Vorschein kommt (Taf. LXXXVII, Fig. 606 *a* und *b*), oder daß in den schwächer oder gar nicht mehr tingierbaren Phäodellen körnige Pigmente auftreten, oder daß gleichzeitig die diffuse und die körnige Pigmentierung Platz greifen.

Die als Pigmentkörnchen zu deutenden Einlagerungen haben eine verschiedene Größe und Farbe. Insbesondere wurden innerhalb der Familie der Tuscaroriden bald rundliche, schwarze, bald stäbchenförmige, rotbraune Körnchen angetroffen.

Während in vielen Fällen die Pigmentnatur dieser Einlagerungen kaum zu bezweifeln war, wurden auch „kleinere und größere schwarze Brocken, die wie Kohlenpartikel aussehen" (Borgert, l. c. S. 265), gefunden, also Gebilde, welche möglicherweise den Fremdkörpereinschlüssen zuzuzählen sind.

b) Gallertkugeln, geschichtete und gefaltete Phäodellen. Es war mir zuerst bei *Phaeocolla* (Textfig. 152) aufgefallen, daß die färbbaren Phäodellen längs der Peripherie der Weichkörperscheibe allmählich in größere, blässere Gebilde übergehen, welche ich, namentlich im Hinblick auf ähnliche Umwandlungsprozesse bei pelagischen Polychätenlarven, als Gallertkugeln deuten möchte. Schon diese Gallertkugeln von *Phaeocolla* weisen vielfach an ihrer Oberfläche Faltungen und Runzelungen auf und führen so ihrerseits hinüber zu den bei anderen Formen sehr zahlreich auftretenden, schon von Karawajew und Borgert beschriebenen geschichteten und zusammengefalteten Bildungen, welche, soweit es sich nicht um Ei- und Cystenhüllen handelt (s. unten), stets als besonders große, ursprünglich geschichtet gebaute Phäodellen zu betrachten sind, die sich infolge der schrumpfenden Wirkung der Reagenzien in der Regel in Form von vielfach gefältelten Lamellenpaketen darstellen.

Auch bei anderen Tripyleen lassen sich alle Uebergänge nachweisen zwischen den kleinen, rundlichen, dunkel tingierbaren Phäodellen, den größeren, nur an der Oberfläche gerunzelten, blässeren Gebilden und den teilweise zu großen Dimensionen angeschwollenen, meist nur sehr schwach färbbaren geschichteten und gefalteten Bildungen. Beispiele hierfür finden sich namentlich bei den Planktonetten (Taf. LXXXVII, Fig. 606 *c—e*) und Tuscaroren (Taf. LXXXVI, Fig. 601 *a—c*), bei welchen jeder Schnitt die ganze Skala von Zwischenstufen aufzuweisen pflegt. Es dürfte also keinem Zweifel unterliegen, daß zwischen den jungen, stark färbbaren Phäodellen und den geschichteten und gefalteten Körpern ganz allgemein die bei den Phäocollen ermittelten genetischen Zusammenhänge bestehen.

c) Zusammengesetzte Phäodellen. Die größeren Phäodellen können sehr häufig einen zusammengesetzten Charakter annehmen, in der Weise, daß entweder mehrere Phäodellen von ungleicher Beschaffenheit miteinander zusammenfließen (Taf. LXXXVI, Fig. 601 *d*) oder daß kleinere Phäodellen oder kleinere geschichtete und gefaltete Körper als Einschlüsse größerer, schwach färbbarer, mit Fremdkörpern beladener Bildungen erscheinen. So kommt es zur Entstehung mächtiger gewöllartiger Ballen, welche speciell bei den tiefenbewohnenden *Conchopsis*-Arten halb so groß wie die Centralkapseln sein können. Wie viel bei der Entstehung dieser zusammengesetzten Phäodellen künstlicher Natur und auf Rechnung der Fixierung zu setzen ist, kann natürlich nicht mit Sicherheit entschieden werden, doch habe ich den Eindruck gewonnen, daß mindestens in sehr vielen Fällen die komplexen Körper keine Artefakte sind, sondern natürliche Verhältnisse zur Darstellung bedingen.

Fremdkörpereinschlüsse. Wie schon von meinen Vorgängern festgestellt wurde, befinden sich im Phäodium zwischen den eigentlichen Phäodellen Fremdkörper in Gestalt von Diatomeenpanzern, Copepodeneiern u. s. w. eingelagert. Es ist jedoch, soviel ich sehe, bis jetzt noch nicht auf die Thatsache genügend aufmerksam gemacht worden, daß derartige Fremdkörper bei allen Tripyleen auch in einem großen Teil der Phäodellen eingeschlossen sind, ja daß man zuweilen mehr eingeschlossene, als freie Fremdkörper findet. Es sei zunächst zur vorläufigen Orientierung kurz auf die Abbildungen hingewiesen: in dem in

Taf. LXXXVI, Fig. 602 abgebildeten Phäodium eines *Aulacantha*-Exemplars sieht man in einzelnen größeren, blassen Phäodellen *(d)* zahlreiche kleine, von einer Membran umhüllte und mit einem oder zwei färbbaren Mittelflecken versehene Körper, welche man wenigstens zum Teil als Mikrosporen von Diatomeen oder anderen Algen zu deuten berechtigt sein wird; andere Phäodellen *(a)* beherbergen zellige Gebilde, welche in unverkennbarer Weise ältere Entwickelungsstadien von Algensporen darstellen; im Phäodium der Tuscaroren (Taf. LXXXVI, Fig. 601) pflegen in zahlreichen Phäodellen (*b*, *c*, *e* u. a.) Diatomeenschalen, insbesondere *Coscinodiscus*-Panzer, in einzelnen auch Dictyochidenskelette eingeschlossen zu sein; in den Phäodellen einer *Nationaletta* (Taf. LXXXVII, Fig. 607) fand ich massenhafte kleine, gleichmäßig gebaute Stäbchen, welche als Fremdkörper unbekannter Herkunft, möglicherweise aber auch als Konkretionen zu deuten sind, und in demselben Phäodium war eine große spindelförmige Phäodelle enthalten, welche sich in ganz ähnlicher Weise wie eine *Amoeba verrucosa* an einen Oscillarienfaden, an eine *Aulacantha*-Nadel angelegt hatte und offenbar im Begriff war, diese in sich aufzunehmen (Taf. LXXXVII, Fig. 607 *a*).

Wir haben also nach dem Bisherigen zwischen den „freien" und den von den Phäodellen eingeschlossenen Fremdkörpern zu unterscheiden, und es erhebt sich zunächst die Frage, ob es sich hierbei um mehr zufällige oder um physiologisch bedeutungsvolle Unterschiede handelt. Schon bei den Phäocollen konnte festgestellt werden, daß die freien Phäodellen hauptsächlich in der Mitte der Weichkörperscheibe zwischen den beiden Centralkapseln gelagert sind, und diese Anordnungsweise führte zu der Vorstellung, daß die von den Pseudopodien eingebrachten Fremdkörper zunächst in die centralen, den beiden Stoffwechselcentren benachbarten Sarkodepartien geschafft werden und dann, von Phäodellen umschlossen, in den peripheren Cirkulationsstrom hineingelangen. Streng zu beweisen sind natürlich diese Beziehungen nicht, und bei den Aulacanthiden bin ich in der That auf Anordnungsverhältnisse gestoßen, welche, wenigstens bei dieser Tripyleengruppe, einen etwas anderen Verlauf der Dinge als möglich erscheinen lassen.

Es war mir zuerst bei einem aus T.-St. 149 stammenden Exemplar von *Aulographis tetrancistra* aufgefallen, daß der Weichkörper geradezu vollgepfropft war mit den Kieselskeletten anderer Planktonorganismen. Die Fig. 605 (Taf. LXXXVII) zeigt einen Teil dieses „Silikophäodiums": man sieht in überragender Zahl die spindelförmigen Gehäuse von *Fragilaria*, *Coscinodiscus*-Schalen und andere Diatomeenreste, außerdem aber die Skelette von Dictyochiden und verschiedene auffallend gut erhaltene Radiolarienskelette, so eine Cyrtoidee, welche dem Haeckel'schen *Stichopilium* (Rep., Taf. LXXVII, Fig. 9) nahesteht (a), und andere Formen, welche an *Peromelissa* (Syst. Teil, Taf. LXXXIV, Fig. 582) erinnern (b).

Es war mir, da es sich um ein etwas deformiertes Exemplar handelte, nicht möglich, die genauen Lagebeziehungen zwischen diesen massenhaften kieseligen Einlagerungen und den beiden Centralkapseln festzustellen. Dagegen konnte ich wiederholt bei antarktischen Exemplaren von *Aulographis pandora* und *Aulospathis variabilis*, insbesondere auf Schnittpräparaten, sehr regelmäßige Anordnungsverhältnisse nachweisen. Bei mehreren Exemplaren von *Aulographis pandora* fanden sich nämlich im nächsten Bereich der Astropylen der beiden Centralkapseln die eigentlichen Phäodellen, und diesen wieder war jeweils eine Anhäufung von Kieselskeletten vorgelagert. Bei einigen antarktischen *Aulospathis*-Exemplaren (Textfig. 153) dagegen waren die Phäodellen

außer in der Nachbarschaft der Astropyle auch längs der Flanken der Centralkapsel verteilt, und die Kieselskelette waren in dichten Massen auf die Parapylenseite der letzteren konzentriert.

Es fragt sich, ob in diesen Fällen die Fremdkörper als frisch aufgenommene Nahrungsteile, welche der Umschließung durch die Phäodellen und der Verdauung noch harren, oder umgekehrt als beiseite geschaffte Depots von unverdaulichen Nahrungsresten aufzufassen sind. Ich kann diese Frage nicht entscheiden, habe aber im ganzen den Eindruck gewonnen, als ob die letztere Deutung die richtige sei. Vielleicht ist in diesem Falle anzunehmen, daß die Kieselskelette nur scheinbar ganz frei in den Weichkörper des Radiolars eingelagert sind, daß sie vielmehr im natürlichen Zustand von sehr dünnflüssigen Gallertvakuolen, d. h. den vorher besprochenen Endzuständen der Phäodellen, eingeschlossen und daß diese Gallertvakuolen bei der Konservierung zusammengeflossen sind.

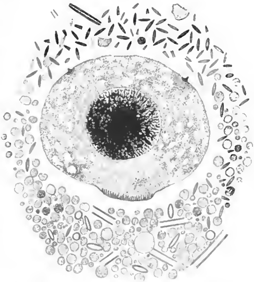


Fig. 153. Centralkapsel und Phäodium eines antarktischen *Aulospathis*-Exemplares.

Besondere Vorkommnisse. Um etwaige Beziehungen des Phäodiuminhalts zur Horizontal- und Vertikalverbreitung nachweisen zu können, empfiehlt es sich zunächst, bei den einzelnen, größeren Tripyleenabteilungen einen Rundgang zu machen und einige besondere Fremdkörpervorkommnisse hervorzuheben.

Bei den Aulacanthiden bilden, wie bei den meisten anderen Formen, Diatomeenpanzer, insbesondere *Fragilaria*- und *Coscinodiscus*-Gehäuse die häufigsten, deutlich erkennbaren Fremdkörpereinschlüsse. Sie treten namentlich bei vielen antarktischen Exemplaren in großer Menge auf. Seltener (besonders in T.-St. 149) fanden sich Reste von *Asteromphalus*, von Dictyochiden und von verschiedenen Radiolarien vor, von welch' letzteren vereinzelte Cyrtoideen (*Stichopilium*-, *Lithomelissa*- und *Peromelissa*-ähnliche Formen) mit einiger Sicherheit diagnostiziert werden konnten (Taf. LXXXVII, Fig. 605). Ferner kamen mehrfach Tripyleen-Gehäuse vor: so in einer *Aulographis pandora* (T.-St. 149) eine offenbar neue Challengeride, welche der *Protocystis Murrayi* einigermaßen ähnlich ist (Schalendurchmesser 0,08 mm), in einem anderen Exemplar derselben Art

(T.-St. 73) eine *Porospathis* und in einem Exemplar von *Aulospathis* (T.-St. 149) eine *Protocystis bicornis*. Bei einer *Aulocoryne zetesios* wurden als ein sehr vereinzeltes Vorkommnis (siehe: Cölodendriden) *Globigerina*-Schalen vorgefunden. Es ist sehr auffallend, daß im Phäodium der Aulacanthiden, ebenso wie in demjenigen anderer Formen die Gehäuse von Tripyleen eine so spärliche Rolle spielen. Trotzdem z. B. in der Antarktis die Challengeriden teilweise massenhaft aufzutreten scheinen, habe ich in vielen Dutzenden in Schnittserien zerlegter, antarktischer Aulacanthiden nur die oben aufgezählten Tripyleen-Exemplare gefunden. Da niemals Peridineen und nur ganz vereinzelt Foraminiferen im Phäodium vorkommen, so scheint es also, daß die Aulacanthiden und die Tripyleen überhaupt einen ausgesprochen herbivoren Charakter besitzen, und daß das Vorkommen von Cyrtoideen- und Tripyleen-Gehäusen im Phäodium mehr zufälliger Art ist.

Von großem Interesse ist der Inhalt des Phäodiums einer in T.-St. 43 (mit dem Vertikalnetz) erbeuteten *Aulacantha scolymantha typica* mit 4 Centralkapseln (Taf. LXXXVI, Fig. 602), und zwar deshalb, weil es zahlreiche, prachtvoll konservierte, offenbar frisch aufgenommene Algensporen in verschiedenen Teilungsstadien enthielt. Ich kann mir nicht versagen, auf diese Befunde genauer einzugehen, da sie vielleicht in diesem oder jenem Punkte eine willkommene Ergänzung zu den von KARSTEN an *Corethron* gemachten Beobachtungen bilden und einen interessanten Einblick in das Kleinleben des Planktons gewähren.

Ich schicke zunächst die Beschreibung voraus, welche KARSTEN von der Mikrosporenbildung und Keimung von *Corethron Valdiviae* giebt (1905, S. 107 ff., Taf. XIV):

Innerhalb der Mutterschale entstehen hier durch successive Kernteilungsvorgänge die Kerne der Mikrosporen (Taf. XIV, Fig. 2, 3). Aus den geöffneten *Corethron*-Zellen schlüpfen dann die Mikrosporen, von einer Schleimmasse eingeschlossen, aus, worauf eine Vereinigung zweier oder mehrerer Schleimmassen und im Inneren derselben die Kopulation von Mikrosporen ungleichnamiger Abstammung erfolgt. Die Zygoten wachsen innerhalb der Schleimmassen heran und keimen, indem sie durch Teilung zwei zweikernige Tochterzellen entstehen lassen (Taf. XIV, Fig. 6, 7a). In jeder Tochterzelle wird der eine Kern zum Großkern, der andere zum Kleinkern (Fig. 7b—e). Mit Beginn der Schalenbildung (Fig. 5e) verschwindet der Kleinkern; Borsten, zweite Schale und Gürtelband bilden sich hervor, und so entsteht eine kleine, aber vollständige *Corethron*-Zelle.

Ob nun die in meinem *Aulacantha*-Exemplar aufgefundenen Entwickelungsstadien sämtlich einer und derselben Algenform angehören und welches Genus im speciellen in Betracht kommt, läßt sich natürlich nicht mit Sicherheit entscheiden. Immerhin ist die Reihe, zu welcher sich die Bilder, wie von selber, zusammenschließen, so kontinuierlich, daß mir ihre genetische Zusammengehörigkeit sehr wahrscheinlich zu sein scheint, und außerdem ist die Aehnlichkeit der Stadien mit den von KARSTEN gegebenen Bildern so groß, daß ich mit Bestimmtheit glauben möchte, daß es sich um die Entwickelung von Diatomeen handle. Da ferner in dem betreffenden *Aulacantha*-Exemplar sich mehrere größere *Coscinodiscus*-Schalen (Fig. 602 *b*) vorfanden, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß unsere Stadien in den Entwickelungskreis einer *Coscinodiscus*-Art gehören.

Der Konservierungszustand war ein vorzüglicher. Das Fixierungsmittel war nicht angegeben, doch handelte es sich wahrscheinlich um Sublimat. Bei Eosin-Hämatoxylinfärbung hatten das Plasma der Sporen eine gelbliche, die Chromosomen eine tiefviolette, die „Kleinkerne“ eine

graublaue Färbung angenommen. Die Chromatophoren waren nur in älteren Stadien als scharf umgrenzte, rundliche Körperchen zu erkennen, stets aber nur in geringer Zahl vorhanden.

Als jüngste Stadien möchte ich kleine (einen Durchmesser von 0,002 mm aufweisende), rundliche Gebilde von annähernd gleicher Größe und Form ansehen, welche eine derbe Hülle und in ihrem Innern ein oder zwei dunkler gefärbte Körnchen erkennen lassen. Sie liegen bald, gruppenweise vereinigt, frei in der Sarkode (Fig. 602 *f*), bald sind sie von einem rundlichen, blaß färbbaren Substanzballen eingeschlossen *(d)*, welcher wahrscheinlich als Phäodelle zu deuten ist, möglicherweise allerdings auch der Schleimgallerte entspricht, in welche nach Karsten die Mikrosporen von *Corethron* eingeschlossen sind. Ich möchte diese Gebilde in der That als Mikrosporen deuten, jedoch gleich hier darauf hinweisen, daß bei anderen Tripyleen häufig ähnliche Körper auftreten, die, schon wegen ihrer ungleichmäßigen Größe, eher als Produkte der Tripyleensarkode zu deuten und in der That vielfach den „Konkretionen" anderer Radiolarien ähnlich sind.

Die als Mikrosporen gedeuteten Gebilde sind nun durch eine Reihe von Uebergangsstufen mit denjenigen Einschlüssen verbunden, deren Sporennatur zweifellos feststeht. Zunächst findet man etwas größere Körper mit deutlicher, vielfach durch die Konservierung geschrumpfter Membran und unverkennbarem Kern *(i)*. Noch größere Zellen, mit einem Durchmesser von 0,005 mm an zeigen einen anscheinend membranlosen, unregelmäßig gestalteten Kern, der von färbbaren Körnchen von sehr gleichmäßiger Beschaffenheit und Verteilung angefüllt ist. Bemerkenswert ist, daß in diesen Stadien zwei deutlich unterschiedene Entwickelungsreihen nebeneinander herlaufen, für welche es unentschieden bleiben mag, ob sie verschiedenen Species oder den beiden Geschlechtern derselben Species entsprechen: eine Serie mit einer größeren Zahl feinkörniger Chromatinelemente *(c, e, o, n)* und eine solche mit einer nicht sehr großen Zahl (etwa 8) grobkörniger Chromosomen *(h, g)*. Bei ersterer findet man nicht selten schon in jüngeren Stadien im Innern des Kernes einen nucleolusartigen, schwach färbbaren Körper *(o)* oder außerhalb desselben einen ähnlich färbbaren „Kleinkern" *(e, n)*. Einige Bilder scheinen darauf hinzuweisen, daß der letztere den ausgetretenen Nucleolus darstellt.

Während dieser ersten Wachstumsperiode der Sporen scheinen die sexuellen Vorgänge Platz zu greifen. Wenigstens fand ich wiederholt Bilder *(r)*, welche an die von Schaudinn u. a. für verschiedene Protozoen beschriebenen Richtungsteilungen erinnern, und solche *(k)*, welche als Kopulationszustände gedeutet werden können. Für diese Erklärung spricht auch der Umstand, daß in den zuletzt genannten Stadien *(k)* keine Membran vorhanden ist.

In älteren, vielleicht als Zygoten zu deutenden Sporen mit einem Durchmesser von 0,01 mm ist regelmäßig neben dem „chromatischen", meist körnigen Propagationskern ein deutlicher „Kleinkern" zu erkennen *(l)*, und zwar treten diese Strukturen auch dann noch deutlich hervor, wenn die Sporen bereits in Phäodellen eingeschlossen sind *(m)*. Nunmehr wachsen die Sporen beträchtlich heran, jedoch wird diese Wachstumsperiode auf einer oder auf zwei Größenstufen (nämlich bei einem Durchmesser von etwa 0,015 und 0,02 mm) durch Teilungen unterbrochen *(q, s,* bezw *p, t)*. Namentlich vom zweiten Teilungsakte sind schöne Spiremstadien *(p)* und eine sehr gut erhaltene Metakinese *(t)* zur Beobachtung gelangt.

Mit diesen „Keimungsprozessen" schließt die Entwickelung ab, soweit sie innerhalb des *Aulacantha*-Phäodiums zur Beobachtung kam. Mit dem von Karsten angenommenen Ent-

wickelungsgang würde die Reihe der Stadien, ihre Zusammengehörigkeit vorausgesetzt, im ganzen gut übereinstimmen, doch ist es mir zweifelhaft, ob bei meiner Form die „Kleinkerne" umgewandelte Tochterkerne sind, wie dies Karsten für *Corethron* angiebt. Auch die Zweizahl der Teilungsakte steht nicht mit den Karsten'schen Beobachtungen im Einklang.

Von den an die Aulacanthiden sich anschließenden Tripyleengruppen haben mir die Astracanthiden, Aulosphäriden und Sagosphäriden keine genügenden Bilder geliefert, die ersteren wegen mangelhafter Fixierung des Materials, die beiden letzteren, weil auf keinem meiner Schnittpräparate Reste des Phäodiums zu sehen waren (s. oben S. 540). Was die Cannosphäriden anbelangt, so enthielten die in der Antarktis gefischten Exemplare von *Cannosphaera antarctica* eine größere oder geringere Menge von *Fragilaria*-Panzern.

Einige größere Exemplare von mehreren Castanelliden-Arten (*Castanidium* sp. und *Castanella* sp.), welche in T.-St. 54 mittelst eines tiefgehenden Vertikalnetzzuges erbeutet worden waren, zeigten auf Schnittpräparaten ein Phäodium, welches eine überraschende Aehnlichkeit mit dem gleich zu beschreibenden Phäodium der Tuscaroren aufwies (Taf. LXXXVI, Fig. 601): auch die als Eihüllen von *Centropages* zu deutenden Chitinhüllen (s. u.) kehrten wieder, nur fehlten kieselige Elemente fast vollkommen. Im Gegensatz dazu zeigte eine in T.-St. 120 (S. 1500—1000) gefischte Circoporide (*Circospathis sexfurca*) im Habitus der Phäodellen eine große Uebereinstimmung mit den in der Nachbarstation 121 gefischten Challengerien (Taf. LXXXVII, Fig. 604). Den Hauptinhalt der Phäodellen bildeten, wie bei den letzteren, wohl erhaltene „Mikrosporen". Bruchstücke kieseliger Natur waren nur sehr spärlich vorhanden.

Neben den Aulacanthiden haben die Tuscaroriden besonders mannigfaltige und vielfach sehr instruktive Bilder geliefert (Taf. LXXXVI, Fig. 601). Außer den färbbaren Phäodellen und ihren unzweifelhaften Derivaten (geschichteten Körpern, gefalteten Membranen etc.) fanden sich hier besonders zahlreiche rundliche Körperchen von ungleicher Größe und gelblicher Farbe. Auf Sublimatpräparaten war die Färbung mehr hellgelb, auf Flemming-Präparaten dunkelgelb bis grünlichbraun (hier offenbar durch die Chromsäure modifiziert). Diese Gebilde, welche teils einzeln liegen, teils klumpenweise vereinigt sind, habe ich im Systematischen Teil (S. 200) als abgestorbene Algenzellen gedeutet, ich bin aber inzwischen zweifelhaft geworden, ob es sich nicht doch um phäodellenartige Substanztröpfchen besonderer Art handelt, welche durch ein diffuses gelbes Pigment gefärbt sind.

Als Nahrungskörper sind bei den Tuscaroriden in erster Linie die Diatomeen zu betrachten, deren Panzer sehr häufig im Innern größerer Phäodellen beobachtet werden (*b, c, e*). In letzteren fanden sich außerdem Dictyochidenskelette (*f*), seltener Bruchstücke von *Aulacantha*-Nadeln und *Coelodendrum*-Skelette, sowie ein einziges Mal das Gehäuse einer Challengeride (*Protocystis Swirei*). Während also auch bei den Tuscaroriden Protozoen, insbesondere andere Radiolarien, eine sehr geringe Rolle als Nahrungskörper zu spielen scheinen, finden sich relativ häufig Einschlüsse gröberer Art: so Chitinkiefer von Sagitten (wie dies auch Borgert beobachtet hat), grobschollige, dickhäutige Copepodeneier und ferner sehr derbe, vielfach gefaltete, chitinöse Membranen mit bäumchenförmigen Aufsätzen (*g*). Offenbar gehören diese letzteren Gebilde, die bei mehreren Tuscaroren-Arten gefunden wurden, in die Nähe des „Ovum hispidum hystrix" Cleve's und Lohmann's (1904, S. 27), welches von letzterem als Copepodenei und zwar vermutungsweise als das Ei von *Centropages* gedeutet wird.

Bezüglich der großen Medusettiden wurde schon im Vorstehenden mitgeteilt, daß bei einer in Fortpflanzung befindlichen *Planktonetta* (Taf. LXXXVII, Fig. 606) zwischen den dichtgedrängten, großenteils stark färbbaren und also wahrscheinlich neugebildeten Phäodellen nur ganz vereinzelte Diatomeenpanzer nachzuweisen waren, und ferner, daß ich bei anderen Planktonetten eine größere Zahl von Diatomeen und bei einer *Nationaletta* (Taf. LXXXVII, Fig. 607) eine *Aulacantha*-Nadel (a) und massenhaft spindelförmige Stäbchen fand, deren chemische Natur nicht festzustellen war, da ich das Präparat zu diesem Zwecke nicht opfern konnte.

Von Challengeriden und Conchariden liegt mir auf Schnittpräparaten eine größere Zahl von Exemplaren von *Challengeria Naresi* (Taf. LXXXVII, Fig. 604) und *Conchopsis* (Taf. LXXXVII, Fig. 603) vor, welche von T.-St. 120 und 121, und zwar aus einer Tiefe von 1000 bis 1500, bezw. 2500—1900 m herstammten. Bei *Challengeria* sind die dichtgedrängten Phäodellen ziemlich gleichmäßig groß und mit Hämatoxylin stark färbbar, sie besitzen durchweg eine runzlige Oberfläche und schließen massenhaft sehr kleine, rundliche, großenteils geschrumpfte Körnchen ein. Bei einigen dieser Gebilde war im Innern eine dunkle Zusammenballung zu erkennen, welche als geschrumpfter Protoplasmakörper gedeutet werden könnte, und ich möchte daher annehmen, daß sie mit den bei *Aulacantha* gefundenen Körpern zu vergleichen und als Mikrosporen zu deuten sind. Von kieseligen Fremdkörpern fanden sich im Phäodium von *Challengeria* nur vereinzelte Bruchstücke von *Coscinodiscus* vor.

Aehnlich liegen die Verhältnisse bei *Conchopsis* (Fig. 603): die, wie bereits erwähnt, durch ihre Größe ausgezeichneten Phäodellen, welche vielfach einen zusammengesetzten, gewöllartigen Charakter aufwiesen, enthielten in großen Mengen und als ausschließliche Inhaltsbestandteile „Mikrosporen", welche deutlich den geschrumpften Protoplasmakörper erkennen ließen, und zwischen den Phäodellen allerlei rätselhafte Gebilde, geschrumpfte Cysten, merkwürdige spiralige Bildungen, die an ein aufgerolltes Schiffstau erinnern (auch bei *Castanella*, T.-St. 54, gefunden). Nur ein einziges Mal fand sich ein kieseliger Fremdkörper, nämlich ein *Fragilaria*-Gehäuse, vor. Jedenfalls lassen diese ausgesprochen tiefenbewohnenden *Challengeria*- und *Conchopsis*-Arten in größter Uebereinstimmung das fast vollkommene Zurücktreten der Kieselpanzer und das Ueberwiegen der als Mikrosporen gedeuteten Gebilde erkennen.

Die Cölodendriden zeigen ähnliche Verhältnisse wie die Aulacanthiden. Als bemerkenswerte Vorkommnisse sind zu erwähnen vereinzelte Gehäuse von Challengeriden (*Protocystis tridens, Cadium*) und besonders die wiederholt (bei *Coelodendrum furcatissimum* und *Coelechinus*) gefundenen Globigerinenschalen (siehe: Aulacanthiden).

Nahrung und Verbreitung.

Ich hatte erwartet, mittelst einer systematischen Untersuchung des Phäodiums verschiedener Tripyleengruppen bestimmte Zusammenhänge zwischen der Beschaffenheit des Phäodiums und zwischen der horizontalen und vor allem vertikalen Verbreitung nachweisen zu können, um so vielleicht auch für Formen der zweiten Stufe der ökonomischen Skala, wie es die Radiolarien als Konsumenten des Phytoplanktons sind, eine Abhängigkeit der Tiefenverbreitung von der Lebensweise feststellen zu können.

Indessen bin ich durch zwei Umstände verhindert worden, zu ganz klaren Resultaten zu gelangen. Einmal fehlt es fast vollständig an Beobachtungen über das Phäodium der zartplasmatischen phao- und knephoplanktonischen Formen, nämlich der Aulosphäriden und Sagosphäriden, sowie der kleineren Challengeriden, Medusettiden und Conchariden. Ein Unterschied zwischen diesen mehr oberflächlichen Formen und den eigentlichen Tiefenbewohnern trat mir allerdings schon gleich bei der Inangriffnahme meiner Untersuchungen (vergl. 1904, S. 133 u. a. a. O.) entgegen, nämlich der Umstand, daß bei allen Oberflächenbewohnern vom Phäodium und überhaupt vom extrakapsulären Weichkörper gar keine oder nur spärliche Reste zu sehen sind, während sich die eigentlichen Tiefenbewohner durch massenhafte, dicht verpackte Phäodellen auszeichnen. Man kann, wie ich dies früher gethan habe, diese Verschiedenheit so deuten, daß bei ersteren das Phäodium infolge der Zartheit und Dünnflüssigkeit der Sarkode beim Fange regelmäßig verloren geht. Immerhin liegt auch der Verdacht nahe, es möchte vielleicht bei einigen der genannten Tripyleen eine Ernährung mittelst „gelber Zellen" stattfinden. Da die Zooxanthellen bei den Angehörigen dreier großer Radiolarien-Abteilungen nachgewiesen sind, so ist es ja von vornherein nicht unwahrscheinlich, daß sie auch bei der vierten verbreitet sind.

Ein zweiter Punkt, welcher einer klaren Beantwortung unserer Frage entgegensteht, ist die verhältnismäßig noch geringe Zahl genauer Tiefenangaben, speciell bei denjenigen Formen, welche wegen der Mannigfaltigkeit ihres Phäodiums besonders geeignet für die Untersuchung wären, bei den Aulacanthiden und Tuscaroriden. Allerdings liefert das „Valdivia"-Material eine Reihe von Andeutungen, wohin etwa spätere Untersuchungen führen werden, aber leider ist die Zahl der thatsächlichen Ergebnisse noch sehr gering, und späteren Expeditionen steht also in dieser Hinsicht noch ein weites Forschungsgebiet offen.

Eine Thatsache läßt sich allerdings jetzt schon mit einiger Sicherheit feststellen, nämlich der Unterschied, welchen speciell die Aulacanthiden und Tuscaroriden in den wärmeren und kalten Meeresgebieten aufweisen. Bei den Warm-, bezw. Tiefenkühlwasserformen der wärmeren Meeresteile treten nämlich die kieseligen Bestandteile des Phäodiums sehr zurück, während in der Antarktis die Kieselpanzer der Diatomeen, insbesondere von *Fragilaria* und *Coscinodiscus*, überwiegen. Es hängt diese Verschiedenheit natürlich mit dem Gesamtcharakter des Phytoplanktons in den warmen und kalten Meeresgebieten zusammen, insofern, wie insbesondere die Ergebnisse der „Valdivia" deutlich erkennen lassen (Karsten, 1904, 1905, 1907) im Phytoplankton der ersteren die Peridineen, in dem der letzteren die Diatomeen in den Vordergrund treten.

Eine weitere Frage ist nun, ob neben diesen Verschiedenheiten, die sich in horizontaler Richtung geltend machen, auch Unterschiede vertikaler Natur hervortreten und ob also die Tiefengliederung der Tripyleen mit einer verschiedenen Ernährungsweise im Zusammenhang steht.

Ich habe das gesamte aus der Westwindtrift und der Antarktis stammende Schnittmaterial auf diesen Punkt hin geprüft, und es fiel mir zunächst bei den Aulacanthiden auf, daß schon in den kalten Meeresteilen bezüglich der Masse der im Phäodium aufgestapelten Kieselpanzer große Unterschiede bestehen. Da nun aber diese Verschiedenheiten nicht bloß bei der in etwas tieferen Horizonten vorkommenden Gattung *Aulospathis*, sondern auch bei einer Reihe von *Aulographis*-, *Auloceros*- und *Aulokleptes*-Exemplaren beobachtet wurden, so kann es sich nicht wohl um specifische oder Tiefenunterschiede handeln. Eher weist der Umstand, daß alle von mir untersuchten Aulacanthiden-Exemplare mit sechs oder mehr als sechs Centralkapseln eine besonders

geringe Menge von Kieselskeletten enthielten, auf die Möglichkeit hin, daß der Gehalt an frisch aufgenommenen oder zur Exkretion bereiten Kieselpanzern in den einzelnen Entwickelungsphasen ein verschieden großer ist. Vorlerhand möchte ich allerdings jene Verschiedenheiten nur als individuelle oder zufällige betrachten.

Von größerem Interesse dürfte eine andere Beobachtung sein. Die in der T.-St. 120 und 121 in sehr großen Tiefen (1000—2500 m) gefischten Circoporiden, Challengeriden und Conchariden zeigten eine sehr weitgehende Uebereinstimmung in der Weise, daß die verhältnismäßig großen Phäodellen fast auschließlich mit den als „Mikrosporen" gedeuteten Gebilden erfüllt sind, während kieselige Elemente fast vollkommen fehlen. Da die genannten Formen (*Circospathis*, *Challengeria*, *Conchopsis*) zu drei ganz verschiedenen Tripyleen-Abteilungen gehören, und da mir speciell von *Challengeria* und *Conchopsis* eine recht erhebliche Zahl von Schnittpräparaten zur Verfügung steht, welche alle die gleiche Erscheinung zeigen, so kann es sich wohl schwerlich um ein zufälliges Zusammentreffen handeln. Vielmehr wird man zu der Ansicht geführt, daß in größeren Tiefen (abwärts 1000 m) auch in den kalten Meeresteilen die herabsinkenden Kieselgehäuse der Diatomeen nicht mehr so häufig sind, daß sie eine erhebliche Rolle als Nahrung für die Tripyleen spielen können, daß letztere vielmehr, wenigstens in einer bestimmten Jahreszeit (vergl. Karsten, 1904, S. 23), überwiegend von den in die Tiefe sinkenden Mikrosporen der Protophyten leben.

Aus dem Bisherigen geht hervor, daß ein Versuch, die augenscheinlich bestehende Tiefengliederung der Tripyleen ernährungsphysiologisch zu begründen, zur Zeit noch nicht im einzelnen durchführbar ist, da die bisher bekannten Daten noch keine genügende Unterlage gewähren. Immerhin wird es auch jetzt schon erlaubt sein, wenigstens in allgemeinen Zügen etwa folgendes Gesamtbild von den zwischen Vertikalverbreitung und Ernährungsweise bestehenden Zusammenhängen zu entwerfen:

In den obersten Schichten von 0 bis etwa 50 m (Lobianco's Zone des Phaoplanktons, Collidenschichten), in welchen das freilebende (nicht-kommensale) Phytoplankton noch nicht seine volle Entfaltung aufweist und die mit Zooxanthellen ausgestatteten Radiolarien (Spumellarien, Nassellarien, Acantharien) einen stark hervortretenden Bestandteil des Mikroplanktons ausmachen, kommen nur einige wenige Tripyleenarten vor. Ob diese im Gegensatz zu der Hauptmasse der Tripyleen etwa mit gelben Zellen versehen sind, oder auf welche Weise sie sich sonst ernähren, ist noch zu untersuchen.

In den darunter liegenden Schichten, und zwar zunächst in den vom Licht noch durchtränkten Gebieten des üppigsten Pflanzenwuchses und der „Schattenflora" (Zone des Knephoplanktons, Challengeridenschichten), und ferner in den tiefer liegenden, bereits vollkommen dunklen Schichten zwischen 400 und 1000 oder 1500 m (Zone des Skotoplanktons, Tuscaroridenschichten) haben wir die Hauptreviere der Tripyleen zu sehen. Ihre Nahrung besteht hier in erster Linie aus Phytoplankton, und zwar in den wärmeren Meeren vorzugsweise aus Mikrosporen und keimenden Sporen, in den kalten Meeresgebieten hauptsächlich aus abgestorbenen Diatomeen aus den Gattungen *Fragilaria* und *Coscinodiscus*. Auch die offenbar in diesen Schichten flottierenden Dauereier von Copepoden werden speciell von den Tuscaroriden gerne aufgenommen. Dagegen bilden Protozoen und insbesondere Tripyleen nur unwesentliche Bestandteile des Phäodiuminhaltes. Ob die Formen der beiden hier zusammengezogenen Schichten des

Knepho- und Skotoplanktons in ernährungsphysiologischer Hinsicht Unterschiede zeigen, müssen spätere Untersuchungen an der Hand ausreichenden Schließnetzmaterials ausweisen.

In den tiefsten Schichten unterhalb 1000 oder 1500 m (Zone des Nyktoplanktons, Pharyngellenschichten) scheinen die herabsinkenden Kieselpanzer auch in der Antarktis nur noch eine geringe Rolle zu spielen. Dagegen überwiegen hier, mindestens in gewissen Jahreszeiten, die Mikrosporen des Phytoplanktons.

Uebersicht der Tiefenverbreitung der Radiolarien.

Im folgenden soll eine etwas vollständigere, vorläufige Zusammenstellung derjenigen Tripyleen, skelettbildenden Collodarien und tiefenlebenden Mikroradiolarien gegeben werden, für welche die Vertikalverteilung auf Grund der vorliegenden Plankton- und Schließnetzfänge zur Zeit einigermaßen sicher bestimmt werden kann[1]. Um die oberste Schicht (Collidenschicht, Schicht des Phaoplanktons, 0—50 m) besser zu charakterisieren, wurden auch die Angaben Lo Bianco's (1903) über die Verbreitung der Polycyttarien und skelettlosen Collodarien eingefügt.

Diejenigen Formen, welche ausschließlich oder wenigstens überwiegend in einer bestimmten Schicht vorkommen und für welche ein genügend großes Material vorliegt, wurden als Leitformen durch gesperrten Druck hervorgehoben. Alle diejenigen Arten dagegen, welche weniger ausgesprochen auf bestimmte Horizonte konzentriert sind oder für die keine genügende Zahl von Beobachtungen vorliegt, sind durch gewöhnlichen Druck gekennzeichnet.

A. Collidenschicht, Schicht des Phaoplanktons (0—50 m).

Collozoum inerme, Sphaerozoum punctatum, Thalassophysa pelagica, Thalassicolla nucleata (sämtlich nach Lo Bianco, 1903);

Aulacantha scolymantha typica (Textfig. 154,1; im Golf von Neapel bei stürmischem Wetter ausnahmsweise an der Oberfläche vorkommend);

Aulosphaera elegantissima (bei Messina), *Auloscena pelagica* (154,4; im Indik wiederholt oberhalb des 50 m-Horizontes angetroffen);

Cannosphaera antarctica (154,6; vom „Gauß" in der Antarktis noch oberhalb des 50 m-Horizontes erbeutet);

Sagoscena elegans (154,7; im Indik oberhalb des 50 m-Horizontes angetroffen).

B. Challengeridenschicht, Schicht des Knephoplanktons (50—400 m).

Cytocladus-Arten (155,1);

Hexacontium pachydermum (155,3). *Lamprocyclas intermedia* (155,4);

Aulacantha scolymantha typica (auch in tieferen Schichten vorkommend, im ganzen also mehr pamplanktonisch), *Aulographis tetrancistra* (wie vorige von mehr pamplanktonischem Charakter);

1) Für die Conchariden konnte die seit der Drucklegung des systematischen Teiles erschienene Arbeit Borgert's (1907) mitbenutzt werden.

? mehrere Aulosphäriden und Sagosphäriden, z. B. *Sagoscena tentorium*, *Sagenoscena irmingeriana*, *Sagenoarium Chuni* (154,8);

Castanidium variabile vulgatissimum (pamplanktonisch), *Castanidium longispinum* (154,11; vereinzelt auch in tieferen Schichten), *Castanidium sol* (ebenso), *Castanidium Murrayi*, *Castanopsis fragilis*, *Castanea globosa*, *Castanea amphora*;

Circoporus oxyacanthus (154,12) und *sexfuscinus* (154,14);

Challengeria xiphodon (154,17; auch in tieferen Schichten), *Protocystis Thomsoni* (runde, dünnschalige Formen der wärmeren Meeresgebiete), *Protocystis tridens* (auch in tieferen Schichten), *Protocystis Swirei* (154,18), *acornis* und *bicornis* (sämtliche auch in tiefen Schichten), *Protocystis Harstoni* (154,19; mehr vereinzelt auch in tieferen Schichten), *Heliochallengeron Channeri* (154,20; vereinzelt auch in tieferen Schichten), *Challengeron armatum*, dünnwandige Formen;

Challengeron trinacriae und *sacculus*, *Cadium marinum* (154,21); *Medusetta inflata* (154,22), *Euphysetta Lucani* (154,23), *Planktonetta atlantica* (154,24; wohl auch in tieferen Schichten);

Concharium asymmetricum, *Conchellium capsula* (nach Borgert 1907), *Conchidium terebratula* (154,33; vereinzelt in größeren Tiefen), *Conchidium rhynchonella* (154,34), *Conchidium argiope* (nach Borgert 1907), *Conchoceras caudatum* (154,35), *Conchocystis lenticula*, *Conchophacus diatomeus* (154,36).

C. Tuscarorenschicht, Schicht des Skotoplanktons (400—1500 m).

a) Pandorastufe (400—1000 m):

Aulographis pandora (154,2), *Aulographis stellata*, *Auloceros arborescens*, *Auloklepte floscnlus*, *Auloklepte ramosus*, *Aulographonium* (mehrere Formen), *Aulocoryne zetesios*, *Aulospathis variabilis monodon*, *Aulacantha scolymantha bathybia*;

Castanidium Hookeri, *Castanidium antarcticum*, ? *Castanella Thomsoni* (auch in den unteren Stufen der Challengeridenschicht), *Castanissa valdiviae*, ? *Castanidium Moseleyi*, *Castanea Henseni*;

Tuscarilla nationalis, *Tuscaretta globosa*, *tubulosa* und *passercula*, *Tuscarantha Luciae* (154,9);

Protocystis Tizardi (154,25), *Protocystis Balfouri*, *Protocystis Sloggetti* (154,26), *Protocystis micropelecus* (auch in höheren und tieferen Schichten).

b) *Aulospathis*-Stufe (1000—1500 m).

Aulospathis variabilis diodon, *Aulospathis variabilis triodon* (154,3), *Aulospathis pinus*;

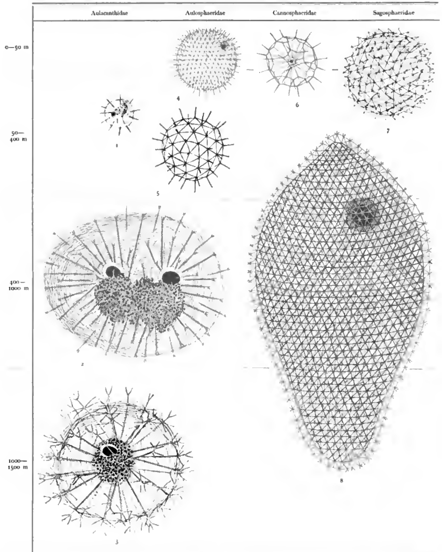
Castanella Sloggetti, *Castanidium Apsteini* (154,15), *Castanidium variabile antarcticum* und *fenestratum*, ? *Circocastanea margarita*;

Haeckeliana porcellana (154,13) und *irregularis*, ? *Circospathis sexfurca* (154,14);

Conchellium tridacna (154,39), *Conchopsis orbicularis* (154,40—41; auch in tieferen Schichten).

c) Beide Stufen (400—1500 m).

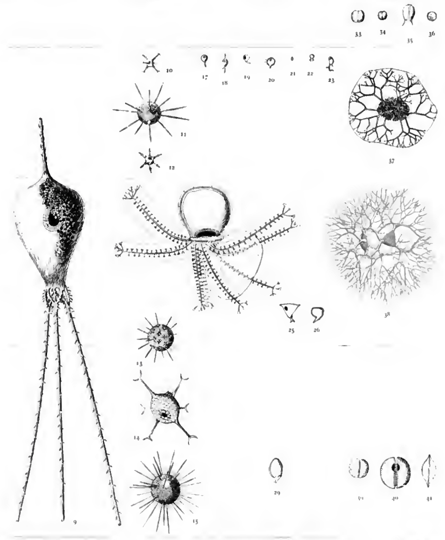
Oroscena regalis (155,2; auch in tieferen Schichten);



1 *Aulacantha scolymantha typica*
2 *Aulographis pandora*
3 *Aulospathis variabilis triodon*
4 *Auloscena pelagica*
5 *Aulosphaera labradoriensis*
6 *Cannosphaera antarctica*
7 *Sagoscena elegans*
8 *Sagenoarium Chuni*
9 *Tuscarantha Luciae*
10 *Circoporus sexfuscinus*
11 *Castanidium longispinum*
12 *Circoporus oxycanthus*
13 *Haeckeliana porcellana*
14 *Circospathis sexfurca*
15 *Castanidium Apsteini*
16 *Porospathis holostoma*
17 *Challengeria xiphodon*
18 *Protocystis Swirei*
19 „ *Harstoni*
20 *Heliochallengeron Channeri*
21 *Cadium marinum*
22 *Medusetta inflata*
23 *Euphysetta Lucasi*
24 *Planktonetta atlantica*
25 *Protocystis Tizardi*
26 „ *Sloggetti*
27—28 *Challengeria Naresi*
29 *Protocystis Thomsoni*
30 *Pharyngella gastrula*
31 *Porcupinia cordiformis*
32 *Cadium melo*
33 *Conchidium terebratula*

Fig. 154. Vertikalverbreitung

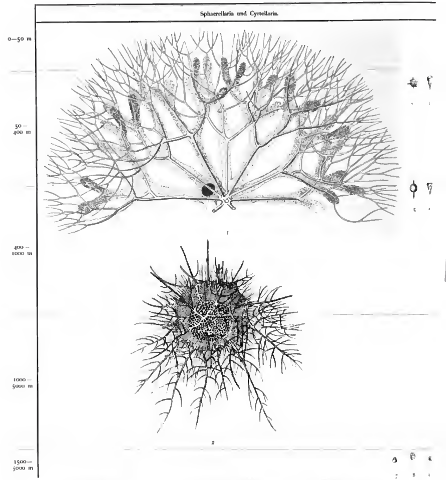
Tuscaroridae	Circoporidae Castanellidae Porospathidae	Challengeridae Medusettidae	Conchariidae Coelographidae





34 *Conchidium rhynchonella*
35 *Conchoceras caudatum*
36 *Conchophacus diatomeus*
37 *Coelodendrum spinosissimum*
38 „ *furcatissimum*
39 *Conchellium tridacna*
40—41 *Concharis orbicularis*
42 „ *pelidium*

und Größe einiger Tripyleen



1 *Cytocladus tricladus*
2 *Orosena regalis*
3 *Hexacontium pachydermum*
4 *Lamprocyclas intermedia*
5 *Xiphostylos dendrocopus*
6 *Plectopyramis polypleura*
7 *Peromelissa denticulata*
8 *Sarcospyris antarctica*
9 *Acanthosphaera hirsutissima*

Fig. 155. Vertikalverbreitung und Größe einiger Spumellarien und Nassellarien.

Xiphostylus dendrocopus (155,5), *Ellipsoxiphium palliatum*, *Stylatractus carduus*, *Hexalodus dendrophorus*, *Plectopyramis polypleura* (155,6);

Porospathis holostoma:

Protocystis Thomsoni (154,29; ovale, derbwandige Formen), *Protocystis varians*, *Challengerosium Bethelli* (auch in tieferen Schichten), *Challengeron armatum*, dickwandige Formen (zum Teil in Fortpflanzung), *Challengeranium diodon*, *Entocannula infundibulum* (auch in tieferen Schichten), *Pharyngella gastrula* (jedoch mehr in tieferen Schichten);

? Euphysetta elegans.

D. Pharyngellenschicht, Schicht des Nyktoplanktons (1500—5000 m).

Oroscena regalis (auch in höheren Schichten);

Acanthosphaera hirsutissima (155,9; auch in höheren Schichten), *Stylatractus carduus* (ebenso), *? Saturnalis aureolatus*, *? Triceraspyris antarctica*, *Saccospyris antarctica* (155,8), *Peromelissa denticulata* (155,7; auch in höheren Schichten);

Vereinzelte Aulacanthiden (z. B. *Aulographis arcuata*, *Aulospathis variabilis triodon*);

Porospathis holostoma (154,10);

Challengeria Naresi (154,27—28), *Protocystis Thomsoni* (mehr vereinzelt), *Protocystis tridens* (vereinzelt), *Protocystis Swirei* (vereinzelt, zum Teil in Fortpflanzung), *Protocystis bicornis* (vereinzelt), *Protocystis Macleari*, *Protocystis tridentata*, *Protocystis Tizardi* (vereinzelt), *Protocystis microplecus* (vereinzelt), *Protocystis Murrayi*, *Challengerosium Bethelli* (vereinzelt), *Heliochallengeron Channeri* (vereinzelt), *Entocannula infundibulum* (vereinzelt), *Pharyngella gastrula* (154,30), *Porcupinia cordiformis* (154,31), *Cadium melo* (154,32);

? Euphysetta elegans, *? Euphysetta amphicodon:*

Conchellium tridacna, *Conchidium terebratula* (vereinzelt), *Conchopsis orbicularis* (154,40—41) und *pilidium* (154,42).

Morphologische Anpassung.

In den vorhergehenden Kapiteln wurde gezeigt, daß eine sehr große, vielleicht sogar die größte Zahl speciell der tripyleen Radiolarien auf bestimmte Breiten und Tiefenregionen beschränkt ist, und gewisse Erscheinungen, so z. B. das häufige Auftreten von Krüppelformen und Monstrositäten in Grenzgebieten, weisen darauf hin, daß diese geographische Verteilung keine zufällige und gleichgültige ist, so wie etwa eine Herde auf einer großen, gleichmäßigen Weidefläche bald diesen, bald jenen Fleck oder Winkel einnimmt, sondern daß die Formen an bestimmte örtliche Verhältnisse (Temperatur, Nahrung u. s. w.) angepaßt sind.

Bei dem wunderbaren Formenreichtum, welcher gerade unsere Protozoengruppe auszeichnet, war nun zu erwarten, daß diese physiologische (innere) Anpassung auch in strukturellen Merkmalen zum Ausdruck kommt, daß ihr also auch eine morphologische (äußere) Anpassung entspricht, und in der That konnte zunächst für die Aulosphäriden und Sagosphäriden, dann aber auch für die meisten anderen Gruppen der Nachweis geliefert werden,

„daß eine ganze Reihe von Merkmalen deutliche Beziehungen zur Beschaffenheit des äußeren Mediums zeigt. Dahin gehörten die Größe und Grundform der Tiere, die Beschaffenheit des Weichkörpers und insbesondere der extrakalymmalen Sarkodehaut, die Maschenweite der Gitterschale und die Stärke und Dicke der Skelettteile, vor allem aber die Größen-, Anordnungs- und Strukturverhältnisse der Radialstacheln und ihrer Anhänge" (1904 a).

Wie bei anderen wasserlebenden Organismen, kann auch bei den Radiolarien in erster Linie gezeigt werden, daß die Einrichtungen, welche das Schwebevermögen bedingen, in einem deutlich erkennbaren Abhängigkeitsverhältnis zur physikalischen Beschaffenheit des Mediums stehen und auf geringfügige Aenderungen der Temperatur und des Salzgehaltes des Wassers mit entsprechenden Variationen antworten. Auf diese Beziehungen soll hier vor allem genauer eingegangen werden.

Nach Chun (1900, 1903) und Wolfgang Ostwald (1903 u. a. a. O.) kann die Abhängigkeit der Sinkgeschwindigkeit eines im flüssigen Medium befindlichen Körpers von den physikalischen Faktoren durch die Formel dargestellt werden:

(Formel A) $$\text{Sinkgeschwindigkeit} = \frac{\text{Uebergewicht}}{\text{Formwiderstand} \times \text{innere Reibung}}$$

Das Uebergewicht, d. h. die Differenz zwischen dem specifischen Gewicht des sinkenden Körpers (s) und dem der Flüssigkeit (in unserem Fall: ca. 1), ist eine variable Größe, welche von den Veränderungen der Temperatur und des Salzgehaltes abhängig ist, von ersteren allerdings in geringerem Maße, als man gewöhnlich anzunehmen pflegt (Ostwald).

Der Formwiderstand oder äußere Reibungswiderstand ist einerseits abhängig vom Volumen des Körpers, andererseits von seinem größten Querschnitt, d. h. seiner Vertikalprojektion oder Projektionsgröße, und zwar wächst er mit abnehmendem Volumen (v) und zunehmendem Querschnitt (q). Wir können also setzen:

$$\text{Formwiderstand} = \frac{(q)}{(v)},$$

wo durch die Klammern ganz allgemein angedeutet werden soll, daß die Koëffizienten q und v in der ersten oder in einer höheren positiven Potenz auftreten. Die Querschnitts- oder Projektionsgröße setzt sich speciell bei Planktonorganismen zusammen aus der Projektion des eigentlichen Körpers und aus derjenigen seiner Apophysen.

Die innere Reibung, specifische Zähigkeit oder Viskosität des flüssigen Mediums endlich nimmt sehr rasch ab mit steigender Temperatur (t), sie nimmt zu mit steigendem Salzgehalt (S), und wir können daher für eine salzhaltige Flüssigkeit setzen:

$$\text{innere Reibung} = \frac{(S)}{(t)}.$$

Wenn wir die so erhaltenen Werte in die Ostwald'sche Formel einsetzen und dabei die Abhängigkeit des Uebergewichts von Temperatur und Salzgehalt vernachlässigen, so erhalten wir die Gleichung:

(Formel B) $$\text{Sinkgeschwindigkeit} = (s-1) \cdot \frac{(v)}{(q)} \cdot \frac{(t)}{(S)}.$$

Der Körper wird schweben, wenn die Sinkgeschwindigkeit = o ist. Wir können also als Bedingung für das Schweben eines Körpers die Gleichung aufstellen:

$$(s-1) \cdot \frac{(v)}{(q)} \cdot \frac{(t)}{(S)} = \text{Min.}$$

oder:

$$\frac{1}{(s-1)} \cdot \frac{(q)}{(v)} \cdot \frac{(S)}{(t)} = \text{Max.}$$

oder, wie man auch sagen kann, = Constante.

Noch übersichtlicher wird die Formel, wenn man die einzelnen Koëffizienten mit den Indices k (Körper), a (Apophysen) und m (Medium) versieht. Wir erhalten dann als Bedingung für das Schweben eines Körpers:

(Formel C) $$\frac{1}{s_k-1)} \cdot \frac{(q_k + q_a)}{(v_k)} \cdot \frac{(S_m)}{(t_m)} \quad \text{Const.}$$

Danach nimmt das Schwebevermögen zu mit steigendem Querschnitt und Salzgehalt, sowie mit vermindertem Uebergewicht und Volumen und mit sinkender Temperatur (1904 a, S. 594).

Mit anderen Worten und in anderer Reihenfolge ausgedrückt: auf eine Erhöhung der Temperatur und ein Sinken des Salzgehaltes haben die schwebenden Organismen mit einer Verringerung des Volumens, mit einer Vergrößerung des Querschnittes und mit einer Verminderung des Uebergewichtes zu reagieren. Sie werden also unter den angeführten physikalischen Verhältnissen die Neigung haben, a) durch Verringerung des Volumens (v_k), b) durch Vergrößerung des horizontalen Querschnittes (q_k), bezw. durch stärkere Wölbung der Seitenwandungen, und c) durch Bildung von Fortsätzen (q_a), welche in der Horizontalebene gelegen sind oder mit dieser nur kleine Winkel bilden, den Formwiderstand zu erhöhen, und d) Einrichtungen auszubilden, welche der Gewichtsersparnis dienen. Umgekehrt werden bei Erniedrigung der Temperatur und bei steigendem Salzgehalt diese vier Tendenzen zu Gunsten anderer Bedürfnisse zurücktreten können.

Bei verschiedenen Organismen sind bereits Untersuchungen in dieser Richtung angestellt worden, so bei den süßwasserbewohnenden Crustaceen und Rotatorien (Wesenberg-Lund u. a.) und bei mehreren marinen Gruppen, nämlich bei den Peridineen und Acantharien (s. unten). Bei den Süßwasserformen handelt es sich um den Gegensatz zwischen Sommer- und Wintergenerationen, bei den marinen Planktonorganismen um denjenigen von Warm- und Kaltwasserformen.

Was nun unsere Tripyleen anbelangt, so treten die Beziehungen zwischen den Größen- und Formverhältnissen und der physikalischen Beschaffenheit des Mediums weniger in einem Gegensatz zwischen den Arten und Rassen der warmen und kalten Meeresgebiete hervor als bei einer vergleichenden Betrachtung der Bewohner der verschiedenen Tiefenhorizonte. Es hängt diese Besonderheit der Tripyleen damit zusammen, daß sie im Gegensatz zu den phao- und knephoplanktonischen Peridineen und Acantharien großenteils ausgesprochene Tiefenbewohner sind und jedenfalls in vertikaler Richtung eine viel auffälligere Gliederung aufweisen, als in horizontaler.

a) Größe und b) Körperquerschnitt. In sehr auffälliger Weise macht sich beinahe in allen Tripyleengruppen der Gegensatz zwischen den kleinen Formen der warmen Oberflächenschichten und den großen Arten der kühleren und damit dichteren und zäheren Tiefenschichten geltend, und zwar lassen sich fast immer zwei Größenkategorien unterscheiden, nämlich die oberflächlichen Zwergformen und die tiefenlebenden Riesenformen. Hand in Hand mit diesen Größenunterschieden geht aber fast regelmäßig auch eine Verschiedenheit der Gesamtform und damit des Körperquerschnittes: die mehr oberflächlichen Zwergformen neigen zur Kugelgestalt und erreichen damit (da ein kugeliger Körper einen größeren Querschnitt als beispielsweise ein cylindrischer Körper von gleichem Volumen besitzt) auch eine Vergrößerung des Querschnittes; die großen Tiefenbewohner dagegen sind nicht an die kugelige Körperform gebunden, sondern nehmen, offenbar im Interesse eines erhöhten Steig- und Sinkvermögens, verschiedene abweichende Gestalten, so diejenige eines Ballons, einer Spindel oder einer senkrecht stehenden Scheibe an.

Unter den Aulacanthiden ist diejenige Form, welche am weitesten gegen die Oberfläche heraufkommt, nämlich *Aulacantha scolymantha typica* (S. 502, Textfig. 133, 134), gleichzeitig auch die kleinste, indem ihr Weichkörper nur einen Durchmesser von 0,5 bis höchstens 1,8 mm erreicht. Im Gegensatz dazu besitzt die in der Tuscarorenschicht heimische *Aulacantha scolymantha bathybia* (Textfig. 135) im natürlichen Zustand einen Durchmesser von 3—4 mm, und andere tiefenbewohnende Formen weisen noch erheblich größere Dimensionen auf. So fanden sich im „Valdivia“-Material vielkapselige *Aulospathis*-Exemplare mit einem Durchmesser von 7—8 mm.

Während *Aulacantha scolymantha typica* und die übrigen kleinen Formen eine ausgesprochen kugelige Gestalt besitzen (Textfig. 154,1) und auch die Tiefenformen, soweit sie nur eine Kapsel enthalten (*Aulacantha scolymantha bathybia*, die *Aulospathis*-Arten im vegetativen Zustand, Textfig. 154,3), die Kugelgestalt beibehalten, haben die dicystinen, tiefenlebenden *Aulographis*-, *Auloceros*- und *Aulokleptes*-Arten in mehr oder weniger ausgeprägter Weise eine ellipsoidische oder nierenförmige Gestalt angenommen (Textfig. 123; 154,2). Dabei dürfte allerdings weniger die Erhöhung des Steig- und Sinkvermögens eine Rolle spielen, wie z. B. bei der Formveränderung der tiefenlebenden Challengeriden und Conchariden, vielmehr möchte ich glauben, daß schon eine Vergrößerung des Körpers allein die regelmäßige Verdoppelung des Kerns und der Centralkapsel und damit den Uebergang zur bilateralen Symmetrie, also die Abweichung von der Kugelgestalt, begünstigt. Die starke seitliche Abplattung, welche man bei den größeren Aulacanthiden (*Aulographis pandora* u. a.) häufig findet, ist wohl als Kunstprodukt anzusehen, dagegen scheint mir die stark abgeplattete, zweilappige, veilchenblattähnliche Gestalt der in sehr

großen Tiefen (1000—1700 m) gefischten *Phaeocolla valdiviae* (Textfig. 152) dem natürlichen Zustand zu entsprechen und mit dem Steig- und Sinkvermögen zusammenzuhängen.

Unter den Aulosphäriden und Sagosphäriden besitzen diejenigen Formen, welche bis in die Schicht des Phaoplanktons heraufkommen (*Aulosphaera elegantissima*, *Auloscena pelagica*, *Aulastrum mirabile*, *Sagoscena elegans*) durchweg eine geringe Körpergröße und eine kugelige Gestalt. Speciell *Auloscena pelagica* (Textfig. 154,4) und *Sagoscena elegans* (Textfig. 154,7) gehören mit einem Durchmesser von 1,2—1,5 mm in eine ähnliche Größenklasse, wie die Zwergform von *Aulacantha scolymantha*. Von den meisten übrigen Formen steht die Vertikalverbreitung noch nicht fest, aber das Fehlen der großen, ballon- und spindelförmigen Typen in den Oberflächenfängen dürfte darauf hinweisen, daß auch innerhalb der Familien der Aulosphäriden und Sagosphäriden die größeren, vielgestaltigen Formen aus den Gattungen *Aulatractus*, *Sagenoarium* u. a. (Textfig. 154,8) den tieferen Regionen angehören und daß also auch hier mit wachsender Tiefe Volumen und Mannigfaltigkeit der Körperform eine Zunahme zeigen. In dieses Gesamtbild fügt sich auch *Cannosphaera antarctica* (Textfig. 154,6) ein, welche sich mit einem Durchmesser von nur 1,2—2 mm und mit ihrer kugeligen Gestalt als eine Bewohnerin der höheren Regionen, ja sogar der eigentlichen Oberflächenschichten zu erkennen giebt.

In der Gruppe der Phäocalpien lassen die Castanelliden weniger regelmäßige Verhältnisse erkennen. Allerdings finden sich, der Erwartung gemäß, von der am weitesten verbreiteten Form (*Castanidium variabile*) die kleinsten Exemplare mit einem Durchmesser von nur 0,3—0,35 mm in den obersten 200 m, aber andererseits ist es auffallend, daß gerade die größten Arten, nämlich *Castanea amphora* und *globosa*, welche einen Schalendurchmesser von 1,12 mm erreichen, nicht zu den ausgesprochenen Tiefenbewohnern gehören. Hier gilt offenbar wieder der Satz, daß nur innerhalb engerer Gruppen die Beziehungen zwischen Form und Medium deutlich hervortreten, und Aehnliches läßt sich auch für die nahe verwandten Circoporiden zeigen. Während nämlich in der Unterfamilie der Circoporinen z. B. der sehr kleine *Circoporus sexfuscinus* (Textfig. 154,10) noch in den Schichten oberhalb des 200 m-Horizontes vorkommt und von den großen Arten mindestens *Circospathis sexfurca* (Textfig. 154,14) eine ausgesprochene Tiefenbewohnerin zu sein scheint, sind die entfernter stehenden Häckelianinen (Textfig. 154,13) trotz ihrer verhältnismäßig geringen Größe entschieden skotoplanktonische Formen.

Für die dritte Gruppe der Phäocalpien, die Tuscaroriden, ist charakteristisch, daß nahezu sämtliche Glieder der Familie annähernd der nämlichen Größenklasse angehören. Offenbar hängt diese Erscheinung damit zusammen, daß, wenigstens nach den bisherigen Daten, alle Arten und Unterarten ungefähr in der nämlichen Tiefenstufe (400—1000) vorkommen (vergl. Syst. Teil, S. 210).

Ganz besonders deutlich treten die Beziehungen zwischen Größe, Form und Medium in der Familie der Challengeriden hervor (1904, S. 133ff.; 1906, S. 273ff.). Wenn man alle diejenigen Formen, welche nach dem vorliegenden Material in ausgesprochener Weise bestimmte Schichten bevorzugen und so als „Leitformen“ für die einzelnen Horizonte angesehen werden können, zusammenstellt, so ergiebt sich auf den ersten Blick ein regelmäßiges Verhältnis, insofern den drei von den Challengeriden bewohnten Schichten auch drei Größenordnungen entsprechen:

		Länge des Schalendurchmessers (ohne Peristom)	Durchschnittliche Länge
II. Stufe:	*Ch. xiphodon* (154,17)	0,09—0,13	0,110
Challengeridenschicht	*P. Swirei* (154,18)	0,06—0,15	0,105
50—400 m	*P. Harstoni* (154,19)	0,13—0,18	0,155
III. Stufe:	*Ch. Bethelli*	0,18—0,25	0,215
Tuscarorenschicht	*P. Sloggetti* (154,20)	0,2 —0,3	0,250
400—1500 m	*P. Tizardi* (154,22)	0,22—0,33	0,275
IV. Stufe:	*Pharyngella gastrula* (154,30)	0,3 —0,36	0,330
Pharyngellenschicht	*P. Thomsoni* (154,29)	0,3 —0,4	0,350
1500—5000 m	*P. Naresi* (154,27—28)	0,5 —0,65	0,575

Es geht aus dieser Tabelle ohne weiteres hervor, daß mit zunehmender Tiefe im großen ganzen auch der Schalendurchmesser wächst. Ein besonders drastisches Beispiel hierfür bilden die beiden Arten der Gattung *Challengeria: Ch. xiphodon* (154,17) eine der verbreitetsten und häufigsten Challengeriden, ist mit einen Schalendurchmesser von 0,09 bis 0,13 mm eine ganz überwiegend knephoplanktonische Form, während *Ch. Naresi* (154,27—28), deren Schalenhöhe 0,5—0,65 mm beträgt, in ausgesprochener Weise dem Nyktoplankton angehört.

Ebenso wie die Größe, so ist auch die Schalenform der Challengeriden von der Tiefenverbreitung abhängig. Dies ist freilich nur innerhalb gewisser Grenzen nachweisbar, nämlich dann, wenn man ähnliche, im System sich näher stehende Formen miteinander vergleicht. Es stellt sich dann heraus, daß die Oberflächenformen mit Vorliebe die Kugelgestalt aufweisen, während die entsprechenden Tiefenformen im Interesse der Erleichterung der vertikalen Ortsbewegung seitlich abgeplattete Gehäuse bevorzugen. So zeigen z. B. die kleineren Exemplare von *Challengeria xiphodon* eine ausgesprochene Kugelgestalt, zuweilen sogar die bei den Tripyleen seltene Form einer oben und unten abgeplatteten Kugel (Taf. XLIX, Fig. 380), während *Ch. Naresi* durch eine starke seitliche Abplattung und eine kielförmige Verjüngung des Schalenrandes ausgezeichnet ist (Textfig. 141). Aehnliches findet man bei zwei anderen Arten, welche ihrer äußeren Erscheinung nach ebenfalls ein zusammengehöriges Paar bilden, nämlich bei *Protocystis tridens*, welche vorzugsweise die Challengeridenschicht bewohnt, und bei *P. Thomsoni*, die besonders zahlreich in den tieferen Regionen des Skoto- und Nyktoplanktons zu Hause ist. Ein weiteres Paar bilden die kleine, knephoplanktonische *P. Harstoni* (S. 525, Textfig. 150) mit nur wenig seitlich abgeplatteter Schale und die große, skotoplanktonische *P. Sloggetti* (Textfig. 149), deren Schale stark zusammengepreßt ist. Wie gesagt, gelten aber solche Vergleiche im allgemeinen nur, wenn man näher zusammengehörige Formen ins Auge faßt, die Beziehungen werden dagegen natürlicherweise undeutlicher, wenn man entfernter stehende Arten heranzieht. Es zeigt sich dann, daß auch einzelne Bewohner der Challengeridenschicht eine seitlich abgeplattete, linsenförmige Gestalt besitzen, z. B. *Heliochallengeron Channeri* (Taf. LI, Fig. 414), und daß umgekehrt Formen, die in sehr großen Tiefen angetroffen werden, eine geradezu vollendete Kugelgestalt aufweisen können, z. B. *Protocystis Murrayi* und einige nahestehende Formen (Taf. L, Fig. 407 bis 409, 411).

Bezüglich der nächsten Verwandten der Challengeriden, der Medusettiden, liegen nur wenige genaue Tiefenangaben vor, doch läßt sich so viel sagen, daß wenigstens die dünnschaligen,

annähernd kugeligen Zwergformen (*Medusetta inflata* 154,22, *Euphysetta Lucani* 154,23) in den Oberflächenschichten zu Hause sind. Die großen Planktonetten (154,24) scheinen in etwas tieferen Horizonten verbreitet zu sein.

Verhältnisse, welche den bei den Challengeriden beschriebenen in weitgehendem Maße analog sind, finden sich bei den Conchariden (1904, S. 136). Auch hier zeigen die knepho planktonischen und die skotoplanktonischen Formen beträchtliche Größenunterschiede — man vergleiche *Conchidium rhynchonella* (154,34) mit einem Schalendurchmesser von 0,15 und *Conchopsis pilidium* (154,42) mit einem solchen von 0,78—0,95 mm! — und andererseits weisen die vorzugsweise oberflächenbewohnenden Arten aus den Gattungen *Conchidium* und *Conchoceras* (154,33—35) eine nahezu sphärische oder wenigstens stark gewölbte Schalengestalt auf, während die tiefenlebenden *Conchopsis*-Arten, ähnlich wie *Challengeria Naresi*, seitlich abgeplattete Schalen mit kielförmig verjüngtem Rande besitzen (vergl. S. 514, Textfig. 143). Auch bei den Conchariden sind freilich Ausnahmen festzustellen: so besitzen die beiden ausgesprochen knephoplanktonischen Arten *Conchocystis lenticula* und *Conchophacus diatomeus* (153,36) linsenförmige Schalen, während das nyktoplanktonische *Conchellium tridacna* (153,39) eine nahezu sphärische oder aprikosenförmige Gestalt aufweist. Mag sich nun der Widerspruch zum Teil dadurch aufklären, daß die beiden erstgenannten Arten flach im Wasser liegen und so der Richtung der Schwerkraft ihre größte Fläche bieten [1]), oder mögen andere Verhältnisse in Betracht kommen, jedenfalls handelt es sich nur um Ausnahmen von unserer Regel. Daß aber solche Ausnahmen vorkommen, ist ebensowenig zu verwundern, wie die Thatsache, daß nicht alle arktischen Landtiere weiß und nicht alle pelagischen Formen durchsichtig und farblos sind, trotzdem Pigmentlosigkeit und Durchsichtigkeit als hervorstechende generelle Charaktere der arktischen bezw. der pelagischen Tierwelt bezeichnet werden können.

Was endlich die Cölodendriden anbelangt, so ist als einzige positive, unseren Punkt betreffende Thatsache zu konstatieren, daß speciell in der Gattung *Coelodendrum* die kleinen Arten, *C. ramosissimum* und *spinosissimum* (154,37), noch sehr häufig oberhalb des 200 m-Horizontes angetroffen werden, während das größere *C. furcatissimum* (154,38) nach den bisher vorliegenden Beobachtungen nur in der Antarktis den Oberflächenschichten nahekommt. Ueber den Aufenthalt der anderen, gestaltenreichen Gruppen der Cölodendriden ist leider nur wenig bekannt (vergl. Syst. Teil, p. 359).

Werfen wir noch einen kurzen Blick auf die übrigen, im Systematischen Teil besprochenen Radiolariengruppen, so läßt sich hier vorläufig noch wenig über die Giltigkeit unserer Regel sagen, da wir in der Kenntnis der Vertikalverbreitung dieser Abteilungen noch nicht über die allerersten Anfänge hinausgekommen sind. Noch mehr allerdings, als für die Tripyleen, scheint für die Spumellarien und Nassellarien der Satz Giltigkeit zu haben, daß die Beziehungen zwischen Größe, Form und Medium jeweils nur bei Betrachtung einer engeren Gruppe deutlich hervortreten und daß in den verschiedenen Abteilungen von den einzelnen Mitteln zur Erhöhung der Schwebfähigkeit in sehr verschiedenem Maßstab und in wechselnden Kombinationen Gebrauch gemacht wird. So konnten zunächst innerhalb der Familien der Astrosphäriden, Stylosphäriden und Lamprocycladiden einige Hinweise auf das Bestehen

1) Wie dies Borgert auch für die *Conchopsis*-Arten annimmt (s. S. 514).

derartiger Beziehungen gefunden werden. Bis zu welchem Grade aber jede Formengruppe ihre eigenen Wege geht und wie wenig es möglich ist, von einer Radiolarienabteilung auf die übrigen Rückschlüsse zu machen, wird am besten durch die Thatsache illustriert, daß die größte bisher bekannte Radiolarienform, *Cytocladus* (155,1) in zwei Fällen oberhalb des 200 m-Horizontes angetroffen wurde, wobei in einem (Doflein'schen) Fall allerdings die besonderen in der Sagamibucht herrschenden Auftriebsverhältnisse eine Rolle spielen mögen. Am besten fügt sich *Oroscena regalis* (155,2) den bei den Tripyleen gemachten Erfahrungen ein, indem sie, was Körpergröße und Massigkeit des Skelettes anbelangt, mit zahlreichen in den gleichen Horizonten vorkommenden Formen aus dieser Radiolariengruppe übereinstimmt.

c) Bildung von Fortsätzen. Bekanntlich spielt bei den Organismen des Phytoplanktons, bei den Diatomaceen und Peridineen, die Entfaltung von Schwebeapparaten in Gestalt von Borsten und stachelartigen Apophysen eine große Rolle, und durch die letzten Expeditionen konnten in der That auch engere Beziehungen zwischen dem Ausbildungsgrad dieser Anhänge und der Beschaffenheit des Mediums nachgewiesen werden. So unterscheiden sich, worauf Chun (1900, S. 74) hinweist, nach Schütt die Ceratien des kalten polaren Wassers durch ihre monotone, einfache und plumpe Gestalt von ihren oft bizarr gestreckten oder durch mächtig entwickelte Fortsätze ausgezeichneten Verwandten aus warmen Meeresgebieten; ebenso hat Schimper darauf aufmerksam gemacht, daß in dem wärmeren, weniger salzhaltigen Guineastrom vorzugsweise die mit fallschirmartigen Schwebevorrichtungen ausgestatteten Peridineenformen, sowie vor allem auch Ceratien mit monströs langen Hörnern auftreten, während in den Aequatorialströmen Formen mit sehr kurzen Fortsätzen und relativ mangelhaft entwickelten Schwebevorrichtungen vorwiegen (Chun, 1900, S. 73); und endlich konnte Karsten (1907, S. 458f.) zeigen, daß in dem durch höhere Temperatur, geringere Salinität und demnach geringere Dichte ausgezeichneten Indik die langgehörnten Ceratien mächtigere Hörner als im Atlantik besitzen.

Angesichts der kräftigen Entfaltung, welche die radiären Apophysen bei so vielen Radiolarien aufweisen, schien zunächst die Erwartung nicht unberechtigt zu sein, daß auch bei ihnen der Ausbildungsgrad der Radialstacheln in ähnlicher Weise einen Index für die physikalische Beschaffenheit des Mediums darstelle, wie dies bei den Peridineen der Fall ist. In der That hat Popofsky (1904, 1904a) speciell für die Acanthometren angegeben, daß verschiedene Formen im Atlantik längere Stacheln besitzen als im Mittelmeer, dessen Wasser einen größeren Salzgehalt und damit ein höheres specifisches Gewicht besitzt, und Aehnliches scheint nach Popofsky (1907) auch für die Acanthophrakten zu gelten.

Weniger einfach liegen aber offenbar die Verhältnisse bei den Tripyleen. Hier sind die Radialstacheln, entgegen der Auffassung früherer Forscher, weder ursprünglich noch allgemein als Schwebeeinrichtungen ausgebildet, vielmehr dienen sie ja in erster Linie als Stützapparate für die extrakalymmale Sarkodehaut und für das Calymma und sind als solche vollkommen vom Weichkörper eingeschlossen. Eine Vergrößerung der Körperoberfläche und damit des Formwiderstandes wird also in den meisten Fällen nicht durch einfache Verlängerung der Apophysen herbeigeführt, sondern zunächst nur indirekt durch die Radialstacheln vermittelt, insofern die von ihnen ausgespannt gehaltene Sarkodehaut bei Volumverminderungen des Weichkörpers zwischen den Spitzen der Radialstacheln Einbuchtungen erfahren kann, so daß zunächst ein facettiertes Oberflächenrelief zu stande kommt (vergl. z. B. S. 502,

Textfig. 135). Erst wenn diese Einbuchtungen sehr tief werden und gleichzeitig eine konstantere Form bekommen, und wenn sich also die Weichkörpersubstanzen scheidenartig um die Spitzen der Radialstacheln herumlegen (Textfig. 129, 130), kann man davon sprechen, daß die letzteren selber den Charakter von Schwebeapparaten anzunehmen beginnen. Im ganzen pflegt aber für eine Vergrößerung der Oberfläche nicht, wie bei den Acantharien und Peridineen, die Länge der radiären Skelettelemente, sondern viel eher ihre Zahl, ihre einseitige Anordnung, der gegenseitige Abstand und die Beschaffenheit der Terminalbildungen in Betracht zu kommen. In vielen Fällen werden allerdings die Radialstacheln nicht einmal bei geringer Zahl und einseitiger Gruppierung geeignet sein, den Formwiderstand und das Schwebevermögen zu erhöhen, dann nämlich, wenn sie vorwiegend an den Polen lokalisiert sind, wie bei manchen Tuscaroren (Textfig. 154,9) und Medusettiden (Taf. LIII, Fig. 438), oder aber, wenn sie ausschließlich in einer, die Schwerkraftsrichtung enthaltenden Meridianebene verteilt sind, wie z. B. bei *Heliochallengeron Chauneri* (Taf. LI, Fig. 414) oder *Challengeron armatum* (Taf. LI, Fig. 419; Textfig. 142). Auch die stachelartigen Apophysen mancher oberflächenbewohnender Concharidcn möchte ich nicht mehr, wie ich dies früher getan habe (1904, S. 136) und wie es auch von seiten Borgert's (1907, S. 227) geschehen ist, als Schwebeapparate im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern eher als Balancierapparate deuten.

Als ein weiterer Unterschied, welcher zwischen den Tripyleen einerseits und den Peridineen und Acantharien andererseits besteht, kommt, wie schon oben erwähnt wurde, in Betracht, daß die beiden letzteren Gruppen vorwiegend die Oberflächenschichten bewohnen und daß sich also bei ihnen die differenzierende Wirkung des Mediums ausschließlich bei horizontalem Uebergang von einem Meeresteil in den anderen geltend macht, während bei den meisten Tripyleen als ausgesprochenen Tiefenbewohnern die physikalischen Verschiedenheiten der übereinander liegenden Tiefenhorizonte einen größeren Einfluß auf die Formgestaltung ausüben.

So bin ich denn bei den Tripyleen nur in einzelnen Fällen auf Formen gestoßen, welche, ähnlich wie manche Peridineen und Acantharien bei allmählichem, horizontalem Fortschreiten aus den Warmwassergebieten in die Kühl- und Kaltwasserregionen eine entsprechende Veränderung des Schwebeapparates erkennen lassen. Es sei hier vor allem auf *Aulosphaera bisternaria* verwiesen, deren Radialstacheln in den Oberflächenschichten der tropischen Meere eine mehr ährenförmige, in den kalten Meeresgebieten eine doldenförmige Anordnung der Terminalbildungen aufweisen (1904a, S. 607; Syst. Teil, S. 114f., Taf. XII, Fig. 113—119, sowie dieser Teil, S. 503, Textfig. 136). In der Regel tritt aber bei den Tripyleen der Gegensatz deutlicher hervor, wenn man einerseits die Formen des wärmeren Oberflächenwassers, andererseits die ausgesprochenen Tiefenbewohner derselben Meeresregionen ins Auge faßt.

Schon die bekannteste aller Tripyleen-Arten, *Aulacantha scolymantha*, kann hier als Beispiel herangezogen werden. Während nämlich bei den kleinen Oberflächenformen (S. 502, Textfig. 133) die Nadeln, nur von einer dünnen Sarkodescheide umhüllt, frei über den Weichkörper hervorragen und so offenbar eine bedeutende Erhöhung des Formwiderstandes bedingen, ist bei der Mehrzahl der großen Tiefenexemplare der dichte Stachelwald vom Weichkörper vollkommen eingeschlossen, so daß zwischen den Stachelspitzen nur verhältnismäßig seichte Einbuchtungen entstehen können (Textfig. 135).

Fast noch schöner treten die Gegensätze bei den Aulosphäriden und Sagophäriden hervor. Bei den Formen des warmen Oberflächenwassers sind die schlanken, mit etagenförmig angeordneten Astquirlen ausgestatteten und nur von einer dünnen Plasmascheide bedeckten Radialstacheln in ausgesprochener Weise als Schwebeapparate ausgebildet, während in den kühleren, dichteren Tiefenschichten ebenso wie in den Kaltwassergebieten die stützende Funktion der radiären Skelettelemente vielfach ausschließlich erhalten bleibt, bezw. zu höchster Ausbildung gelangt ist. Man vergleiche auf der einen Seite *Aulosphaera elegantissima* (Taf. VII, Fig. 123 u. 124; Textfig. 132), *Aulastrum mirabile* (Taf. XIV, Fig. 141 u. 142), *Auloscena pelagica* (Taf. XIII, Fig. 137; Textfig. 129), *Sagoscena elegans* (Taf. XV, Fig. 151; Textfig. 130) und andere Formen, welche wohl sämtlich, worauf schon die zierliche Beschaffenheit des Skelettes hinweist, phao- oder doch wenigstens knephoplanktonischen Charakters sind, auf der anderen Seite *Auloscena verticillus* (Taf. XIII, Fig. 136; Textfig. 110) und *Sagenoscena irmingeriana* (Taf. XVII, Fig. 159 u. a.) und die mannigfach gestalteten, derber gebauten, zweifellos tiefenbewohnenden Verwandten dieser beiden Arten.

Auch unter den Castanelliden bewohnen die Formen mit verhältnismäßig wenigen, langen Hauptstacheln, zwischen deren Spitzen die Weichkörperoberfläche tiefere Einbuchtungen erfahren kann (*Castanidium sol*, Taf. XXXVI, Fig. 273, *C. Murrayi*, Taf. XXXVI, Fig. 274, *C. longispinum*, Taf. XXXVII, Fig. 285), im allgemeinen mehr die oberen Horizonte (Schicht des Knephoplanktons), während die Formen mit einem dichten Stachelwald (*Castanidium Apsteini*, Taf. XXXV, Fig. 272) oder mit einem Besatz von kurzen Nebendornen (*Castanella Sloggetti*, Taf. XXXIV, Fig. 260, 261), bei welchen also die Weichkörperoberfläche eine mehr gleichmäßige Rundung aufweist, vorwiegend in tieferen Regionen (Schicht des Skotoplanktons) vorzukommen scheinen. Doch läßt sich diese Unterscheidung nicht in der ganzen Gruppe durchführen: denn einerseits ist die Zahl der Beobachtungen noch zu gering, um die Vertikalverbreitung der einzelnen Formen mit Sicherheit feststellen zu können, auf der anderen Seite werden von den verschiedenen Gruppen verschiedene Mittel zur Erhöhung der Schwebefähigkeit bevorzugt, und es gilt auch hier der Satz (1904a, S. 606), „daß wir insbesondere dann die Beziehungen zwischen Skelettstruktur und Beschaffenheit des Wassers klar hervortreten sehen, wenn wir nächstverwandte, zu einer engeren Gruppe, also zu einer Großart oder Gattung gehörige Formen miteinander vergleichen".

Angesichts der Kompliziertheit des ganzen zwischen Form und Medium bestehenden Verhältnisses (s. S. 560) und angesichts des Umstandes, daß bei den einzelnen Gruppen die Schwebefähigkeit auf sehr verschiedenem Wege erreicht wird — eine Erscheinung, die nach Hensen und Karsten auch bei den Diatomeen deutlich hervortritt (Karsten, 1905, S. 18) — kann es nicht überraschen, wenn die extremste Entwickelung einzelner Radialstacheln zu Schwebeapparaten nicht bei Bewohnern des oberflächlichen Warmwassers, sondern gerade bei tiefenlebenden Kühl- und Kaltwasserformen, nämlich bei den Tuscaroren, stattgefunden hat. Freilich dürften bei der Entfaltung dieser außerordentlich langen, nur von einer dünnen Plasmascheide überzogenen Apophysen nicht bloß die statischen Bedürfnisse, sondern auch diejenigen der Nahrungsaufnahme eine wesentliche Rolle gespielt haben. Wenigstens liegt die Vermutung nahe, daß in den von den Tuscaroren bewohnten Schichten die Nahrung eine spärlichere ist, als in den höher liegenden Horizonten, und daß daher in den ersteren auf die Ausbildung von besonderen Fangapparaten ein größerer Wert gelegt wird.

Ob bei den großen Medusettiden, insbesondere bei den Planktonetten und deren nächsten Verwandten, sowie bei den griffeltragenden Cölodendriden ähnliche Verhältnisse gelten, oder ob hier vielleicht engere Beziehungen zwischen der Ausbildung der Schwebeapparate und der physikalischen Beschaffenheit des Mediums bestehen, läßt sich mit Hilfe der dürftigen Mitteilungen, welche uns bezüglich der Vertikalverbreitung aller dieser Formen zur Verfügung stehen, bis jetzt nicht feststellen.

Ein Blick auf die übrigen Radiolariengruppen läßt die Erwartung gerechtfertigt erscheinen, daß bei genauerer Kenntnis ihrer Verbreitungsverhältnisse ähnliche Beziehungen zwischen der Ausbildung des Schwebeapparates und der physikalischen Beschaffenheit des Mediums ermittelt werden, wie bei den Acantharien und Tripyleen. Es sei nur auf ein Beispiel hingewiesen. Unter den zu den Spumellarien gehörigen Astrosphäriden sind die mit wenigen, langen Radialstacheln bewehrten Formen, z. B. die *Cladococcus*-Arten, soviel bis jetzt bekannt ist, Oberflächenbewohner, und zwar sind sie nach den Untersuchungen von H. Mast ausschließlich in den warmen Meeresgebieten zu Hause. Dagegen scheinen die zur gleichen Gruppe gehörigen Acanthosphären, welche gleichmäßig mit einem dichten Wald von Nebendornen bedeckt sind (Taf. LXXXIII, Fig. 574), zum Teil wenigstens ausgesprochene Tiefenformen zu sein. Es tritt also innerhalb der Familie der Astrosphäriden ein ähnlicher morphologischer Gegensatz zwischen den Oberflächen- und Tiefenbewohnern hervor, wie beispielsweise bei den Aulacanthiden und Castanelliden.

d) Gewichtsverhältnisse. Wenn auch über die Gewichtsverhältnisse der einzelnen Weichkörperteile der Radiolarien nur sehr wenig bekannt ist und im wesentlichen nur auf die Beobachtungen Brandt's (s. S. 510) hingewiesen werden kann, so geht doch schon aus der Thatsache, daß die leeren Skelette im Meerwasser zu Boden sinken, mit Sicherheit hervor, daß jedenfalls die Skelettsubstanz schwerer als das letztere ist, und so wird man keinen Fehler begehen mit der Annahme, daß das specifische Gewicht des Körpers und damit also auch die Schwebefähigkeit sehr wesentlich von der Massenentwickelung des Skelettes abhängig ist. Man wird also auch zu erwarten haben, daß deutliche Beziehungen zwischen der physikalischen Beschaffenheit des Mediums und der Massenentwickelung der Skelettsubstanz bestehen, und thatsächlich tritt nicht bloß bei den Tripyleen, sondern auch bei anderen Radiolariengruppen in unzweideutiger Weise das Verhältnis hervor, daß die Bewohner des wärmeren, dichteren Oberflächenwassers ein zierlicheres, die Tiefenformen ein derberes Skelett besitzen. Bei Formen mit gehäuseförmigem Hauptskelett äußert sich dies Verhältnis im wesentlichen in der Verschiedenheit der Wanddicke der Schale, bei denjenigen Tripyleengruppen dagegen, deren Skelett aus hohlen Stacheln oder Balken zusammengesetzt ist, stellt die Wanddicke dieser letzteren Skelettelemente den variabeln Faktor dar.

Am deutlichsten treten die Beziehungen zwischen dem Aufenthaltsort und der Skelettstruktur wiederum bei den Challengeriden, bei den kleineren Medusettiden und den Conchariden hervor. So wurde z. B. von *Protocystis Thomsoni* (Taf. XLIX, Fig. 388, 389), wenigstens in den warmen Meeresgebieten, die derbwandige Varietät nur in sehr großen Tiefen, die dünnschalige in beträchtlich höheren Horizonten angetroffen, wogegen allerdings in den kalten Meeresgebieten, entsprechend der größeren Gleichmäßigkeit speciell der Temperaturverhältnisse, beide Formen nebeneinander in verschiedenen Tiefenhorizonten gefunden wurden. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei

Challengeron armatum (Taf. LI, Fig. 419, 420; Textfig. 142), welches wenigstens im Indik beim Uebergang in tiefere Schichten eine augenscheinliche Zunahme der Schalendicke und also die Bildung vertikaler Unterarten erkennen läßt (1904, S. 136; Syst. Teil, S. 276), und vermutlich werden spätere Untersuchungen auch für die Riesin unter den Challengeriden, für *Challengeria Naresi* (Taf. XLVIII, Fig. 370; Taf. XLIX, Fig. 377), derartige Regelmäßigkeiten hervortreten lassen.

Auch unter den kleinen Medusettiden scheinen die dünnschaligen Arten (*Euphysetta Lucani, Medusetta inflata*, Taf. LIII, Fig. 436, 437) vorzugsweise die oberflächlichen, die Formen mit dicker, durch ein quadratisches Leistenwerk verstärkter Schale (*Euphysetta elegans* und *amphicodon*, Fig. 435, 440) die tieferen Regionen zu bewohnen, und unter den Conchariden läßt sich der gleiche Gegensatz nachweisen, insofern die Oberflächenformen großenteils dünnwandige, einige Tiefenbewohner (*Conchellium tridacna, Conchopsis pilidium*) dagegen sehr derbwandige Schalen besitzen. (Ueber die Tuscaroriden vergl. Syst. Teil, S. 190.)

Was die Tripyleen mit hohlen Stacheln und Skelettbalken, speciell die Aulosphäriden, anbelangt, so ist leider zur Zeit die Vertikalverbreitung der einzelnen Formen noch nicht genügend klargelegt, um die Beziehungen zwischen Aufenthalt und Schalenstruktur deutlich hervortreten zu lassen. Immerhin kann so viel gesagt werden, daß wenigstens diejenigen Formen, für welche ein phaoplanktonisches Vorkommen wirklich erwiesen ist (*Aulosphaera elegantissima*, Textfig. 132, *Auloscena pelagica*, Textfig. 129), ein zartes Skelett mit dünnen Balkenwandungen besitzen, während die Arten mit derben, dickwandigen und daher vielfach gelblich erscheinenden Skelettelementen (*Aulosphaera robusta*, Taf. XI, Fig. 110, *Auloscena robustissima*, Taf. XIII, Fig. 134, *Auloscena atlantica*, Taf. XIII, Fig. 132) bisher nur in tiefer gehenden Vertikalnetzzügen erbeutet worden sind.

In besonders schöner Weise tritt die Derbschaligkeit der Tiefenformen in den Gruppen der Sphärellarien und Cyrtellarien hervor. Trotzdem die Kenntnis dieses für die Tiefseeforschung neugewonnenen Gebietes erst in den Anfängen begriffen ist, und trotzdem das vorliegende Schließmaterial noch sehr große Lücken aufweist, kann doch schon mit großer Wahrscheinlichkeit der Satz aufgestellt werden, daß auch unter den Sphärellarien und Cyrtellarien die Oberflächenbewohner im großen ganzen zierliche, dünnschalige, die Tiefenformen dagegen s e h r d e r b w a n d i g e, zum Teil sogar u n v e r h ä l t n i s m ä ß i g g r o b e u n d p l u m p e S k e l e t t e besitzen. Es sei hier vor allem auf die Astrosphäridengattung *Acanthosphaera* (Taf. LXXXIII, Fig. 574, 575), auf die Stylosphäridengattung *Ellipsoxiphium* (Taf. LXXXIV, Fig. 587), auf die Gruppe der Lamprocycladiden (Taf. LXXXV, Fig. 593, 596) und auf die beiden antarktischen Tiefenformen *Saccospyris antarctica* (Taf. LXXXIV, Fig. 591) und *Peromelissa denticulata* (Taf. LXXXIV, Fig. 590) hingewiesen. Angesichts dieser Regelmäßigkeit scheint mir der Verdacht zu bestehen, daß die zahlreichen derbwandigen Sphärellarien und Cyrtellarien, welche im „Challenger"-Report und in den paläontologischen Zusammenstellungen beschrieben worden sind, mindestens großenteils einen s k o t o - o d e r n y k t o p l a n k t o n i s c h e n C h a r a k t e r besitzen oder besaßen, und man würde so zu dem weiteren Schluß geführt, daß die im Grundschlamm des Oceans und in den tertiären, meso- und paläozoischen Sedimenten gefundenen Radiolarien zu einem sehr beträchtlichen Teile nicht der Oberflächen-, sondern der Tiefenfauna des Meeres entstammen.

Im Zusammenhang damit mag hervorgehoben werden, daß unter den als Tiefenbewohner zu betrachtenden Sphärellarien und Cyrtellarien eine ganze Anzahl außerhalb der derben Haupt-

schale eine „sekundäre, äußere Rindenschale" entwickelt hat (vergl. Syst. Teil, S. 439, Textfig. 75, 77). Man wird wohl diese Differenzierung mit der massigeren und robusteren Entfaltung der extrakapsulären Sarkode der Tiefenformen in Verbindung bringen dürfen (Syst. Teil, S. 432).

Es bleibt noch übrig, einen Punkt zu erledigen. Daß bei den Oberflächenbewohnern die geringere Massenentwickelung des Skelettes den Vorteil der Gewichtsersparnis mit sich bringt, ist ohne weiteres einleuchtend; wie ist aber die Derbwandigkeit der Tiefenformen zu erklären? Zunächst ist es klar, daß sie rein kausal in der Beschaffenheit der lebenden Substanz begründet sein kann: das Plasma der großen Tiefenbewohner besitzt, wie durch die in der Regel bessere Konservierung bewiesen wird, im Interesse der inneren Konsistenz eine weniger flüssige, derbere Beschaffenheit als dasjenige der kleinen Oberflächenformen, und so wird es schon aus rein konstitutionellen (physiologisch-chemischen) Gründen zu einer mächtigeren Entfaltung der Skelettsubstanzen befähigt sein. Außerdem wird man aber, vom teleologischen Standpunkt aus, sagen dürfen, daß die Tiefenformen, eben weil für sie das Prinzip der Material- und Gewichtsersparnis in geringerem Grade ausschlaggebend ist, sich im Interesse eines besseren Schutzes mit einem massiveren Skelette zu versehen vermögen.

Vielleicht ist von ähnlichen Gesichtspunkten aus eine höchst merkwürdige Erscheinung zu deuten, welche mir gleich bei Beginn meiner Untersuchungen aufgefallen war und für welche ich lange Zeit keine Erklärung finden konnte. Es handelt sich um die Thatsache, daß in allen Tripyleengruppen mit radiären Skelettelementen die antarktischen Formen im allgemeinen ein dichteres, aus zahlreicheren Strahlen bestehendes, reichlicher verzweigtes oder stärker dichotomisch gegabeltes Skelett aufweisen, als die tropisch-atlantischen und tropisch-indischen. Das Radiärskelett der antarktischen Formen erscheint, vom Weichkörper entblößt, im ganzen „struppiger" als das der tropischen Arten.

Ein besonders schönes Beispiel bildet die Aulacanthide *Aulospathis variabilis*, deren tropische Unterarten *tetrodon* und *triodon* nach Süden zu allmählich in die antarktische Variante *diodon* übergehen. Hier nimmt allerdings die Zahl der Terminaläste vom Aequator nach der Antarktis zu ab, aber die Zahl der Radialstacheln erfährt eine ganz bedeutende Vermehrung. Während nämlich bei den aus warmen Meeresgebieten stammenden *tetrodon*- und *triodon*-Exemplaren die Zahl der Radialstacheln im Durchschnitt 20—30 beträgt, steigt diese Zahl bei den antarktischen *diodon*-Exemplaren auf 70—80 (Taf. VIII, Fig. 86). Ein ganz ähnliches Verhältnis kehrt bei anderen Aulacanthiden wieder: so zeigen die Figg. 18 und 19 (Taf. II) den Gegensatz zwischen einer aus dem tropischen Atlantik stammenden *Aulographis pandora* mit verhältnismäßig wenigen Radialstacheln und einer antarktischen *Aulographis stellata*, welche über 100 Radialstacheln besitzt.

Unter den Aulosphäriden weisen die Unterarten der kosmopolitischen *Aulosphaera bisternaria* ähnliche Uebergänge auf, wie diejenigen von *Aulospathis variabilis*, nur daß bei ersteren nicht eine Vermehrung der Zahl der Radialstacheln selber, sondern der Zahl der Terminal- und Subterminaläste stattfindet (Textfig. 136), und dasselbe trifft im ganzen für die Unterarten von *Auloscena verticillus* zu (Textfig. 110).

Unter den Castanelliden ist es eine bipolare Form, *Castanidium Apsteini*, welche die größte Zahl von eigentlichen Radialstacheln (Hauptstacheln) besitzt (Taf. XXXV, Fig. 272; Textfig. 154, 15). Speciell bei den antarktischen Exemplaren bilden diese einen dichten Wald,

welcher die Schale entweder gleichmäßig bedeckt oder namentlich am oralen Pole zusammengedrängt ist.

Eine genaue zahlenmäßige Kontrollierung dieses Verhältnisses ist bei einer Tuscaroride, *Tuscaretta globosa*, möglich. Die in den Tiefen des Atlantik lebende Variante, *T. globosa atlantica* (Taf. XXVIII, Fig. 215), besitzt gewöhnlich nur 4, seltener 5 Aboralstacheln, dagegen weist die antarktische Form, *T. globosa Chuni* (Taf. XXVIII, Fig. 216), nur noch sehr selten 4, gewöhnlich 5 und in einigen Fällen sogar 6 Aboralstacheln auf.

Endlich möge auf zwei Paare füreinander vikarierender Cölodendriden hingewiesen werden. Das eine wird gebildet durch das in den wärmeren Meeren gemeine *Coelodendrum furcatissimum* (Haeckel, Rep., Taf. CXXI, Fig. 1—4) und den antarktischen *Coelechinus wapiticornis* (Taf. XLIV, Fig. 492). Die beiden Formen, welche in der Anordnung der radiären Skelettstrukturen und damit im ganzen Habitus eine sehr weitgehende Uebereinstimmung zeigen, sind unter anderem dadurch verschieden, daß bei ersterer die Verzweigung rein dichotomisch ist, während bei der antarktischen Form von der ersten Gabelungsstelle nicht zwei, sondern in der Regel drei Hauptäste abgehen. Auf diese Weise kommt auch hier eine reichlichere Verästelung zu stande.

Ein ähnliches Paar bilden die tropische *Coelodecas pygmaea* (Taf. LXVII, Fig. 501) und die antarktische *C. ambulacrum* (Taf. LXVII, Fig. 503; Textfig. 103).

Aber nicht nur die Tripyleen lassen den erwähnten Gegensatz zwischen antarktischen und tropischen Formen fast in allen Abteilungen hervortreten, vielmehr scheint das nämliche auch für andere Radiolariengruppen zu gelten. So weisen z. B. bei zwei typisch antarktischen Cyrtellarien, bei *Peromelissa denticulata* (Taf. LXXXIV, Fig. 591) und *Saccospyris antarctica* (Taf. LXXXIV, Fig. 590) die radiären Skelettstrukturen (d. h. die Balken der Cortinarplatte) wohl die reichlichste Verzweigung auf, welche bis jetzt von diesen Bildungen bekannt ist, und ebenso ist der antarktische *Thalassothamnus ramosus* (Taf. LXXIV, Fig. 538) durch sein stärker verzweigtes, „struppigeres“ Skelett von dem warmwasserbewohnenden *Th. genista* (Taf. LXXIII, Fig. 537) unterschieden.

Man wird wohl mindestens bei einer Anzahl der hier aufgezählten antarktischen Formen die Vermehrung der radiären Skelettelemente in ähnlicher Weise zu deuten haben, wie die Verdickung der Schalenwand: es ist anzunehmen, daß in dem dichten Kaltwasser der Antarktis ebenso wie in dem Tiefenkühlwasser der wärmeren Meeresgebiete das Bedürfnis der Material- und Gewichtsersparnis etwas zurücktreten kann, und daß dafür die Schutz- und Stützeinrichtungen eine stärkere Ausbildung erfahren. Inwieweit dabei auch Beeinflussungen direkt kausaler Natur mitspielen, mag dahingestellt bleiben.

In den vorstehenden Erörterungen über die Abhängigkeit der Größen-, Gestalt- und Strukturverhältnisse von dem umgebenden Medium, insbesondere auch in den letzten Abschnitten, wird möglicherweise manchem Leser die Menge der positiven Thatsachen und sicher begründeten Beziehungen nicht genügend erscheinen. Man wird vielleicht sagen, es gäbe doch zu viele Ausnahmen von der Regel, und von dem Satz, daß die Regelmäßigkeiten im allgemeinen nur bei Betrachtung einer engeren Gruppe volle Giltigkeit haben, sei ein zu weitgehender Gebrauch gemacht worden.

Solchen Einwänden gegenüber darf ich vielleicht hervorheben, daß sich mir die meisten morphologischen Eigentümlichkeiten, welche die Bewohner bestimmter Breiten und Tiefen aufweisen, schon bei der ersten Durchsicht des Materials aufgedrängt haben, ehe mir die teleologischen

Beziehungen zwischen Form und Medium, welche andere Forscher in Bezug auf verschiedene Planktonorganismen ermittelt hatten, im einzelnen bekannt waren. Die auffallenden Größenunterschiede zwischen den oberflächlichen und tiefenbewohnenden Challengeriden und Concharıden, die Abweichungen von der Kugelgestalt, welche die Angehörigen der meisten Gruppen in größeren Meerestiefen aufweisen, der Wechsel zwischen dem Aehren- und Doldentypus der Radialstacheln, wie er sich innerhalb enger systematischer Gruppen je nach dem Aufenthaltsorte bemerklich macht, die Derbheit der Skelettstrukturen der tiefenlebenden Formen und die „Struppigkeit" antarktischer Arten, alle diese Erscheinungen treten dem Beobachter auf Schritt und Tritt in den Weg, und sie werden sicher auch von späteren Untersuchern nachgewiesen werden, wenn vielleicht auch die teleologische Deutung, welche ich zu geben versuchte, in manchen Einzelheiten sich als unrichtig herausstellen wird.

Die zahlreichen Ausnahmen aber, durch welche unsere Regeln durchbrochen werden, finden leicht eine Erklärung.

Neben dem Gesamteindruck, daß das Radiolarienskelett nicht als ein lusus naturae, sondern durchaus als eine Anpassungseinrichtung aufzufassen ist, wird nämlich, wie ich glaube, auch das weitere Ergebnis sicher bestehen bleiben, daß sich der Radiolarienkörper und insbesondere sein Kieselskelett den Verhältnissen der Außenwelt auf sehr verschiedenem Wege, unter Zuhilfenahme sehr mannigfaltiger Strukturverhältnisse angepaßt hat. Die Bevorzugung irgend eines einzelnen Anpassungsweges aber kann die geringere Beanspruchung oder gänzliche Beiseitelassung eines anderen ermöglichen, bezw. ontogenetisch bedingen, und so ist es eine ganz natürliche Sache, wenn z. B. viele Oberflächenformen auf lange, den Formwiderstand erhöhende Apophysen verzichten, wenn ihnen andere Mittel zur Erhöhung der Schwebefähigkeit zur Verfügung stehen, oder daß umgekehrt Tiefenformen lange Apophysen zur Entfaltung bringen, wenn vielleicht ihr Körper durch Einrichtungen anderer Art zu stark beschwert ist, oder wenn es im Interesse der Nahrungsaufnahme erforderlich wird.

Konvergenzbildungen.

Die Erkenntnis, daß das Radiolarienskelett bis in die kleinsten Einzelheiten an bestimmte Funktionen und an bestimmte Mediumsverhältnisse „angepaßt" ist, wirft auch ein Licht auf die außerordentlich große Zahl weitgehender Konvergenzbildungen, denen man innerhalb der ganzen Klasse und vor allem bei den Tripyleen begegnet. Begünstigt wird selbstverständlich die Entstehung solcher Konvergenzen durch den Umstand, daß, wie im folgenden Abschnitt gezeigt werden soll, der Verlauf und die Mittel des ontogenetischen Geschehens, wenigstens in den meisten Gruppen, eine sehr große Uebereinstimmung zeigen, und daß es anscheinend nur geringfügiger Impulse bedarf, um den für eine Gattung oder eine Familie typischen Entwickelungsgang sozusagen in ein anderes Geleise hinüberzuwerfen. Bezeugt wird dies, wie gleich hier kurz angedeutet werden soll, durch zahlreiche Monstrositäten, welche den Charakter von Uebergriffen einer Species in den Formenbereich entfernter stehender Arten, Gattungen oder Familien haben.

Schon in den vorhergehenden Kapiteln war wiederholt von allerlei Konvergenzen die Rede. Es sei z. B. an die auffällige Uebereinstimmung erinnert, welche eine Aulosphäride und eine Sagosphäride (*Auloscena atlantica* und *Sagenoscena lampadophora)* hinsichtlich des Aufbaues der keulenförmigen Radialstacheln zeigen (S. 487, Textfig. 112 u. 113), eine Parallelentwickelung welche allerdings weniger auffällig ist, als ich ursprünglich (1905, S. 344, Anm. 1) dachte, da sich inzwischen die ersten Stufen der Skelett-Ontogenese für beide Familien als identisch herausgestellt haben. Ebenso wurde bereits auf die sekundären Differenzierungen hingewiesen, durch welche das Skelett einer Species der Gattung *Aulographonium (Aul. mediterraneum)* demjenigen von *Aulospathis variabilis monodon* und gleichzeitig von *Aulopetasus charoides* ähnlich gemacht wird (vergl. S. 504, Textfig. 138 mit Taf. VII, Fig. 80, und Taf. V, Fig. 47 u. 48).

Hierher gehören ferner die als Ankerfädchen bezeichneten Bildungen, welche in den verschiedensten Tripyleengruppen zur selbständigen Entwickelung gekommen sind, so bei den Cannosphären (Taf. XV, Fig. 144), Planktonetten (Taf. LVI, Fig. 452) und bei den Cölodendriden (Taf. LXVII—LXIX). Auch die den Ankerfädchen nahestehenden Terminalbildungen mit korkzieherartig gewundenen Fäden und linsenförmigen Spathillen sind, wie schon Fowler hervorgehoben hat, an drei verschiedenen Stellen zur Ausbildung gelangt, bei der wunderbaren Tiefsee-Aulacanthide *Aulocoryne zetesios* (Taf. V, Fig. 46), bei *Cannorhaphis spathillata* (Rep., Taf. CI, Fig. 5) und bei *Coelodrymus ancoratus* (Rep., Taf. CXXI, Fig. 10).

Ueberhaupt sind es natürlich die Terminalbildungen, welche zur Konvergenzentwickelung neigen. Denn da diese übereinstimmend die Funktion haben, die extrakalymmale Sarkodehaut zu stützen, so ist schon von vornherein die Zahl der möglichen Konstruktionsformen eine einigermaßen begrenzte, und es werden im wesentlichen immer wieder Modifikationen einerseits des Kronen-, Kandelaber- oder Doldentypus, andererseits des dichotomischen Aufbaues zur Wiederholung kommen. Bei der Gleichheit der angewandten ontogenetischen Mittel ist es dann nicht auffällig, wenn innerhalb dieses Spielraumes vielfach auch eine Uebereinstimmung der speciellen Strukturverhältnisse erzielt wird. Als Beispiele mögen die funktionell gleichwertigen und zweifellos auch ontogenetisch übereinstimmenden Endverzweigungen einerseits von *Auloceros arborescens irregularis* (Taf. III, Fig. 31), andererseits von *Coelodecas ambulacrum* (Taf. LXVII, Fig. 503; vergl. S. 482, Textfig. 103) dienen, welche im wesentlichen sich nur durch die Zahl der primären Aeste — bei ersterem 3, bei letzterem 2 — unterscheiden.

Aber nicht bloß auf die Terminalbildungen, sondern auch auf andere Strukturteile kann sich die Konvergenzentwickelung erstrecken. So kehrt z. B. das korbförmige Peristom mancher Tuscaroriden (Taf. XXVII, Fig. 207, 209, 210; vergl. S. 520, Textfig. 147) bei *Challengeranium diodon* (Taf. L, Fig. 399) wieder, und innerhalb der erstgenannten Familie ist es bei Angehörigen verschiedener Verwandtschaftsgruppen, teils auf dem Wege der eigentlichen Konvergenz, teils auf Grund von analoger Entwickelung, zur Differenzierung helm- oder vogelkopfähnlicher Peristombildungen gekommen (Syst. Teil, S. 213, Textfig. 22, 3. Vertikalreihe)[1].

Die Konvergenz kann sich schließlich auch auf den Gesamthabitus des Skelettes beziehen. Ein bemerkenswertes Beispiel bietet die Cölodendridengattung *Coelanthemum* (Taf. LXVIII,

1) Bei *Tuscaridium galeatum* (Textfig. 22f) und *cygneum* (i), welche vorläufig in einer Gattung untergebracht sind, ist das „gebogene" Peristom durch Verlängerung und Umbiegung des Peristomhalses selber, bei *Tuscaretta passercula* (e) durch schnabelförmige Umbildung eines Oralstachels zu stande gekommen

Fig. 507) dar, welche im ganzen Aufbau des Skelettes und in der Verzweigung der Radialstacheln einerseits an manche Formen der Aulacanthidengattungen *Auloceros* (Taf. III, Fig. 22) und *Aulospathis* (Taf. VII, Fig. 82 u. a.), andererseits an verschiedene Astrosphäriden, z. B. an *Lychnosphaera regina* (HAECKEL, Rep., Taf. XI, Fig. 1) erinnert. Namentlich die flachen, domartigen Versteifungen der Radialstacheln, die uns bei *Coelanthemum* in besonderer Eleganz entgegentreten (Taf. LXIX, Fig. 516), haben mit den lateralen Verästelungen von *Lychnosphaera* eine große Aehnlichkeit.

Als ein weiteres hierher gehöriges Beispiel ist die doppelte Gitterschale einerseits der *Sagenoarium*-Arten (S. 488, Textfig. 114), andererseits der koloniebildenden Tuscaroren zu erwähnen (Taf. XXIX, Fig. 222).

Im Hinblick auf die Frage nach den Beziehungen zwischen Form und Medium scheint mir nun die weitere Thatsache von Interesse zu sein, daß die Angehörigen verschiedener Gruppen hauptsächlich dann eine Konvergenz des ganzen Habitus erkennen lassen, wenn sie d i e g l e i c h e n O e r t l i c h k e i t e n bewohnen.

So pflegen die Aulosphäriden und Sagosphäriden in gleichen Meeresteilen auch übereinstimmende Größen- und Gestaltsverhältnisse zu zeigen: in den Oberflächenschichten der warmen Meere sind beide Familien durch kleinere, kugelige Formen, in den Kaltwassergebieten dagegen hauptsächlich durch birn- oder ballonförmige Typen vertreten. Ferner fanden sich in verschiedenen, den wärmeren Meeresgebieten entstammenden Vertikalnetzzügen (z. B. T.-St. 44) n e b e n e i n a n d e r d i e u n g l e i c h p o l i g e n S p i n d e l f o r m e n von *Aulatractus fusiformis* und von *Sagenoarium Chuni*, also von zwei Arten, welche nicht bloß in der Gestalt, sondern vielfach auch in der Größe aufs genaueste übereinstimmen (vergl. Taf. XLVII, Fig. 358 u. 364).

Sehr auffallend war mir auch die außerordentliche Konvergenz, welche die tiefenbewohnende Concharidenart *Conchellium tridacna* (Taf. LX, Fig. 470) mit den in den gleichen antarktischen Stationen erbeuteten Castanelliden hinsichtlich der Größe, der Beschaffenheit der Schalenwandung und der Poren zeigte.

Wenn sich schon bei den Angehörigen verschiedener selbständiger Abteilungen der nivellierende Einfluß gleicher Lebensbedingungen, manchmal in unmittelbar augenfälliger Weise, geltend macht, so ist es nicht zu verwundern, wenn die Angehörigen d e r n ä m l i c h e n F a m i l i e o d e r G a t t u n g an einer und derselben Oertlichkeit die Neigung zu konvergierender Variation hervortreten lassen. So stimmt z. B. *Tuscaretta tubulosa*, und zwar als var. *typica* (Taf. XXX, Fig. 234), in den wärmsten Teilen des Atlantik und Indik hinsichtlich der Schalenform mit einigen Exemplaren von *Tuscaretta Belknapi* (Taf. XXXI, Fig. 238) und *Tuscarora bisternaria*, sowie mit *Tuscaretta cepa* (Taf. XXVIII, Fig. 221) sehr genau überein, also mit lauter Arten, welche in den gleichen Meeresgebieten zu Hause sind. Dagegen läßt die im Benguelastrom vorkommende Varietät (*T. tubulosa* var. *sphaeridium*, Taf. XXX, Fig. 225) in Bezug auf Größe, kugelige Schalenform, Schalendicke und Vierzahl der Aboralstacheln eine weitgehende Konvergenz mit einer ebendaselbst verbreiteten Varietät von *Tuscaretta globosa* (var. *atlantica*, Taf. XXVIII, Fig. 215) erkennen. Speciell in der T.-St. 88 wurden beide Formen nebeneinander angetroffen. Auch zwei merkwürdige, dreieckig-schildförmige, mit nur 2 Aboralstacheln ausgestattete Formen, nämlich *Tuscarilla scutellum* (Taf. XXVI, Fig. 203) und *Tuscarantha Braueri* var *triangula* (Taf XXVII,

Fig. 210), wurden von der „Valdivia“, wenn auch nicht an der gleichen Station, so doch beide im östlichen Indik (T.-St. 173—215) angetroffen.

Bei der verhältnismäßig großen Zahl von Fällen, in welchen konvergierende Formen aus verschiedenen Familien oder Gattungen in den nämlichen Meeresgebieten erbeutet wurden, darf es wohl als ausgeschlossen gelten, daß immer nur ein zufälliges Zusammentreffen vorliegt. Es treten vielmehr gerade in diesen Vorkommnissen die engen Beziehungen zwischen Form und und Medium besonders deutlich hervor, und es wird der Verdacht nicht abzuweisen sein, daß außer denjenigen äußeren Faktoren, welche bisher als formbestimmend erkannt worden sind (Temperatur, Salinität, einseitiger Wasserdruck, vielleicht auch Beschaffenheit der Nahrung), noch andere unbekannte, zum Teil örtlich lokalisierte Reizwirkungen existieren, auf welche das Skelett der Radiolarien teils direkt mechanisch, teils auf dem Wege komplizierterer Adaptationen reagiert.

Mit großem Bedauern sieht sich freilich der Untersucher der Thatsache gegenübergestellt, daß die formenreiche Welt der Tiefsee-Radiolarien, welche so zahlreiche Beziehungen zwischen Form und Medium ahnen läßt, dem Experimente nur wenige Angriffsgelegenheiten darbietet, und daß vorderhand nur eine geringe Aussicht besteht, allen diesen Wahrscheinlichkeiten und Vermutungen weiter nachgehen zu können. Immerhin darf man wohl hoffen, daß es gelingt, wenigstens die skelettbildenden Polycyttarien (Colliden) und vielleicht auch andere Oberflächenformen zu experimentellen Beobachtungen zu verwenden und auf diesem Wege einige auf die Tiefenformen übertragbaren Resultate zu gewinnen.

III. Abschnitt.

Formbildung.

Während die anatomisch-physiologische Betrachtung des Radiolarienskelettes zu dem unerwarteten Ergebnis geführt hat, daß die Architektonik der Gitterschalen, der Radialstacheln und insbesondere der Terminalbildungen trotz ihrer Vielgestaltigkeit durch verhältnismäßig einfache Aufgaben mechanischer Natur bestimmt wird, haben die Untersuchungen über die Ontogenese der Skelettstrukturen Ueberraschungen entgegengesetzter Art gebracht.

Auf den ersten Anblick freilich schien es ein nicht zu schwieriges Unternehmen zu sein, die im „Challenger“-Werk als verschiedene Arten aufgezählten Formen als Stadien einzelner ontogenetischer Entwickelungsreihen nachzuweisen, und ebenso schien angesichts der stereometrischen Regelmäßigkeit vieler Formen die Hoffnung berechtigt zu sein, die Analyse des Entwickelungsverlaufes gewissermaßen mit einem Schritt unmittelbar vor die physiologischen und physikalischen Elementarprozesse hinzuführen. Entgegen diesen Erwartungen stellte es sich aber

bald heraus, daß das eigentliche ontogenetische Material, welches die Radiolarienausbeute einer Expedition darbietet, sehr sparsam ist und daß die Entstehung des Skelettes auch bei verhältnismäßig einfach gebauten Formen einen komplizierten Vorgang darstellt, bei welchem sehr mannigfache Mittel der Formbildung wirksam sind und demgemäß Einzelprozesse sehr verschiedener Art ineinander greifen. So wurde ich denn bei meiner Untersuchung vor ganz andere Verhältnisse geführt, als ich erwartet hatte, und nicht bloß die speciellen Ergebnisse, sondern auch die Gesamtanschauungen, zu welchen ich bezüglich der Skelettbildung der Radiolarien und speciell der Tripyleen gelangt bin, weichen wesentlich von dem Bilde ab, welches sich meine Vorgänger gemacht haben.

Haeckel's Promorphologie.

Durchdrungen von der Ueberzeugung einer prinzipiellen morphologischen Gleichwertigkeit der organischen und anorgischen Körper, hat Haeckel den Gedanken zu begründen versucht, daß ebenso wie die Kristalle, so auch alle organischen Formen (mit Ausnahme der absolut unregelmäßigen amorphen Anaxonier) Ableitungen oder Modifikationen bestimmter stereometrischer Grundformen darstellen. Es sei nun Aufgabe der Promorphologie oder Grundformenlehre, durch Abstraktion die ideale stereometrische Grundform der organischen Individuen kennen zu lernen oder, wie man umgekehrt sagen kann, die Gesamtform der letzteren durch ihre stereometrische Grundform zu erkennen und zu erklären (vergl. 1906, S. 151).

Haeckel spricht dann weiterhin die Ansicht aus, daß die ideale stereometrische Grundform sowohl als die reale Form des organischen Individuums, in welcher die erstere verkörpert ist, lediglich durch ihre fest bestimmten Achsen und deren beide Pole erkennbar und einer mathematischen Bestimmung fähig sei. Die ideale stereometrische Grundform sei eine absolut bestimmte, eine vollkommen konstante und daher gesetzmäßige und die Angabe der stereometrischen Grundform jedes morphologischen Individuums genüge vollkommen, um alle charakteristischen Formeigenschaften desselben mit mathematischer Sicherheit, durch ein Wort zu bezeichnen. An dieses lasse sich dann die Beschreibung der äußeren Einzelheiten ohne Mühe anschließen.

Bei seinen Versuchen, die Grundformenlehre zu stützen, hat Haeckel immer wieder auf die kristallähnlichen Schalenformen vieler Radiolarien und insbesondere auch mancher Tripyleen hingewiesen. Zeigen doch, wie Haeckel sagt, die Grundformen bei den Radiolarien eine größere Mannigfaltigkeit als in allen anderen Klassen der organischen Welt. „Alle denkbaren Grundformen, welche im System der Promorphologie sich unterscheiden lassen, kommen in der Klasse der Radiolarien wirklich ausgebildet vor; das Skelett der Radiolarien zeigt sogar gewisse geometrische Grundformen verkörpert, welche sonst überhaupt nicht in anderen organischen Bildungen vorkommen." Es sei hier nur daran erinnert, daß allein in der zu den Tripyleen gehörigen Familie der Circoporiden nebeneinander reguläre Ikosaëder, Dodekaëder und Oktaëder auftreten, also Grundformen, von denen die ersteren aus der übrigen organischen Natur überhaupt nicht bekannt sind, die beiden anderen sich nur vereinzelt im Pflanzenreich nachweisen lassen und hier durch verschiedene Pollenkörner, bezw. durch die Antheridien von *Chara* repräsentiert werden.

Als Ursache dieses beispiellosen Formenreichtums sieht Haeckel die statischen Verhältnisse des frei im Meere schwebenden Radiolarienkörpers an, und zwar betrachtet Haeckel, im Einklang mit seinen sonstigen Anschauungen, die statischen Momente als die bewirkenden Ursachen, als die rein mechanischen causae efficientes der geometrischen Grundformen.

Gegen den Grundgedanken der Haeckel'schen Promorphologie, nämlich gegen die Annahme, daß die Form der organischen Körper von den gleichen Gesichtspunkten aus betrachtet und mathematisch beschrieben werden könne, wie die Form der Kristalle, sind schon von verschiedenen Seiten Einwände erhoben worden, und die Vorschriften, welche Haeckel (vergl. 1906, S. 157) gegeben hat, um nach Feststellung der Achsen, der Pole und des „Kristallsystems" der organischen Körper zu ihrer mathematisch genauen Beschreibung zu gelangen, hat wohl schwerlich bereits eine wirklich praktische Befolgung gefunden. Insbesondere hat neuerdings Spengel (1905) gegen die Anwendbarkeit der Achsenlehre auf die morphologischen Verhältnisse der Vielzelligen verschiedene neue Einwände erhoben und dabei namentlich betont, daß die Annahme einer „Hauptachse" für die Charakterisierung eines bilateralen Tieres wohl kaum eine besondere Bedeutung habe.

Ich werde mich im folgenden darauf beschränken, die Giltigkeit der promorphologischen Betrachtungsweise für die Radiolarien zu besprechen. Denn bei einer ganzen Anzahl von ihnen ist ja nach Haeckel „das Skelett gewissermaßen weiter nichts als ein System von verkörperten Kristallachsen", und die Radiolarien müßten daher das eigentliche Schulbeispiel der Promorphologie darstellen. Findet man also, daß die Anschauungen der Promorphologie in Bezug auf die Radiolarien modifiziert werden müssen, so werden sich einige Folgerungen ganz von selber auch für andere Organismengruppen ergeben.

Zunächst scheint sich nun allerdings aus der Betrachtung der Achsenverhältnisse einiger Formen die grundsätzliche morphologische Uebereinstimmung der organischen und anorganischen Körper unmittelbar zu ergeben. So können z. B., wie Haeckel hervorhebt, die Cubosphäride *Hexacontium drymodes* (Haeckel, 1862, Taf. XXIV, Fig. 9), die Quadrilonchide *Acanthostaurus hastatus* (Haeckel, 1862, Taf. XIX, Fig. 5) und die Pylonide *Tetrapyle octacantha* (R. Hertwig, 1879, Taf. VI, Fig. 2) als Beispiele für das reguläre Hexaëder, das Quadratoktaëder und das Rhombenoktaëder bezw. des tesseralen, tetragonalen und rhombischen Kristallsystems betrachtet werden. „Man braucht bloß die Spitzen der betreffenden Achsen durch Linien zu verbinden und durch je zwei benachbarte Linien eine Fläche zu legen, um in der Tat die entsprechenden Oktaëderformen zu erhalten." In ähnlicher Weise lassen einige Tripyleen regelmäßige Achsenverhältnisse erkennen. So haben z. B. in *Tuscarilla nationalis, Cannosphaera geometrica, Circoporetta octahedra* (*Circoporus octahedrus* Haeckel), *Circogonia dodecahedra* (*Circorrhegma dodecahedra* Haeckel) und *Circogonia icosaedra* die Formen des Tetraëders, Würfels, Oktaëders, Dodekaëders und Ikosaëders, also die sämtlichen „platonischen Polyëder", eine Verwirklichung gefunden (Textfig. 156—160).

Auch komplizierter gebaute Kristallformen, so die „skelettförmig ausgebildeten" Aneinanderreihungen von kleinen Kristallindividuen und insbesondere die sternförmigen Wachstumsformen, finden wir bei den Radiolarien nachgeahmt. Es sei nur auf die Aehnlichkeit hingewiesen, welche manche Acantharien (Textfig. 161) mit den Schneekristallen (Textfig. 162) zeigen, wobei aller-

dings der Unterschied besteht, daß bei ersteren die Strahlen im Raum, bei letzteren in einer Ebene angeordnet sind.

So scheinen in der That nicht nur die hier aufgezählten Radiolarientypen, sondern auch zahlreiche andere mit aller wünschenswerten Deutlichkeit zu beweisen, daß die wirkliche Skelett- und Körperform der Radiolarien durch eine ihrem Plasma immanente (etwa der Kristallform der Plasmateilchen entsprechende) stereometrische Grundform bedingt ist und daß eine prinzipielle morphologische Uebereinstimmung des Radiolarienkörpers mit einem Kristall in der von HAECKEL angenommenen Weise besteht.



Fig. 156. *Tuscarilla nationalis* (BORGERT).



Fig. 157. *Cannosphaera geometrica* BORGERT, nach BORGERT, 1901 a, Fig. 25.

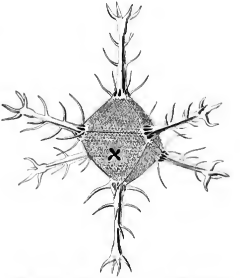


Fig. 158. *Circoporetta octahedra* (*Circoporus octahedrus* HAECKEL), nach Rep., tab. 117, fig. 6.

Ob diese Auffassung in Wirklichkeit eine zutreffende ist, darüber könnte natürlich nur bei genauer Kenntnis des ganzen Formbildungsprozesses entschieden werden. Denn so wenig etwaige Uebereinstimmungen der Mechanik, wie sie z. B. bei den Bewegungserscheinungen der künstlichen und natürlichen Amöben hervortreten, eine Uebereinstimmung der Materie voraussetzen (RHUMBLER, 1904, 1906), so wenig braucht ja eine Uebereinstimmung der Form auf einem übereinstimmenden Formbildungsmechanismus zu beruhen. Die äußere Aehnlichkeit, welche z. B. einige von BÜTSCHLI (1904) in austrocknenden kolloidalen Substanzen beobachtete „Sprungsysteme" (Textfig. 163, 164) mit den Horizontalprojektionen eines *Cytocladus*- oder *Cladococcus*-Skelettes

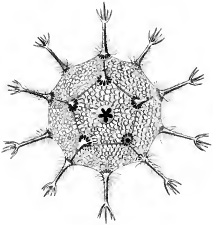


Fig. 159.

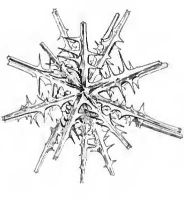


Fig. 161.

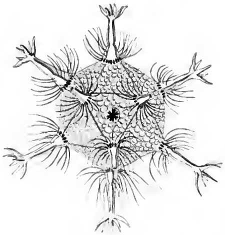


Fig. 160.



Fig. 162.

Fig. 159. *Circogonia dodecahedra* (*Circorrhegma dodecahedra* HAECKEL), nach Rep., tab. 117, fig. 2.

Fig. 160. *Circogonia icosaedra* HAECKEL, nach Rep., tab. 117, fig. 1.

Fig. 161. *Pristacantha polyodon* HAECKEL (Acantharie), nach Rep., tab. 130, fig. 7.

Fig. 162. Schneekristall nach R. NEUHAUS, aus A. SAUER, Mineralkunde.

zeigen, läßt in deutlicher Weise erkennen, in welchem Maße Formähnlichkeiten auf zweifellos ganz verschiedenem Wege zu stande kommen, und so wird auch bei den kristallähnlichen Körperformen der Circoporiden und anderer Radiolarien zunächst die Frage zu entscheiden sein, auf welchem Wege sie entstanden sind, ehe eine eigentliche Homologie dieser Körper und der Kristalle angenommen werden darf.

Aber auch ohne genauere Kenntnis der ontogenetischen Prozesse, welche zur Bildung der Körperformen der Radiolarien führen, sieht man sich einigen Verhältnissen gegenübergestellt, welche es fraglich erscheinen lassen, ob die von HAECKEL vertretenen promorphologischen Anschauungen in jedem Punkte für die Radiolarien Giltigkeit haben. Auf diese Bedenken sei hier zunächst in kurzem eingegangen.



Fig. 163.

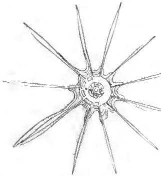


Fig. 164.

Fig. 163 und 164. „Sprungsysteme" in austrocknenden kolloidalen Substanzen, nach BÜTSCHLI, 1904, Fig. 6 und 9.

HAECKEL spricht davon, daß die ideale stereometrische Grundform der organischen Körper eine absolut bestimmte, eine vollkommen konstante und daher gesetzmäßige sei. Diese Aufstellung kann offenbar nur den Sinn haben, daß die Grundform als eine in der stofflichen Natur der Körper begründete Eigenschaft wenigstens innerhalb einer bestimmten Verwandtschaftsgruppe, mindestens innerhalb einer Species eine ganz konstante sei. Allerdings bezeichnet HAECKEL die Promorphologie als die Wissenschaft von der äußeren Form der Individuen, aber aus seiner ganzen Darstellung geht hervor, daß er dabei unter Individuen nicht die einzelnen „Personen", sondern die „Formindividuen erster bis sechster Ordnung" (Zellen, Organe u. s. w.) versteht, und ich glaube also nicht, daß die von HAECKEL angenommene „Konstanz" der Grundform anders gedeutet werden kann, als im Sinne einer mindestens artlichen Konstanz.

Hier zeigen aber gerade die Tripyleen eine Reihe von bemerkenswerten Abweichungen. Insbesondere ist auf die „Stachelmutanten" der Tuscaroriden hinzuweisen, welche weiter unten von anderen Gesichtspunkten aus eine eingehende Besprechung finden sollen. Hier sei

nur bemerkt, daß z. B. von *Tuscaretta tubulosa* nebeneinander Individuen mit 2, 3, 4 und 5 Aboralstacheln vorkommen, d. h., promorphologisch ausgedrückt, bilateral-symmetrische Formen und strahlige mit 3, 4 und 5 Antimeren. Nun weist aber schon das Nebeneinandervorkommen aller dieser Typen und außerdem die Thatsache, daß die extremen Zahlen (2 und 5) nur ganz ausnahmsweise erscheinen (vergl. Syst. Teil, S. 192), darauf hin, daß es sich bei diesen Verschiedenheiten nicht etwa um selbständige Formen, sondern nur um Individualvarianten handelt. Es liegt aber auch ein strenger Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung vor. Von der koloniebildenden Form *Tuscaretta globosa Chuni* fand sich im „Valdivia"-Material eine unvollständige Gitterschale, mit welcher, statt der normalen 8 Individuen, nur noch 5 verbunden waren. Von diesen 5 Individuen waren aber 4 fünf- und eines sechsstrahlig, so daß, angesichts der gleichen Abkunft der in einer Kolonie zusammengehaltenen Individuen, wenigstens für *Tuscaretta globosa* der Charakter der Stachelmutanten als individueller Variationen nicht bezweifelt werden kann. Eine Uebertragung dieses Ergebnisses auf die nahe verwandte *Tuscaretta tubulosa* und deren Varianten ist aber dann wohl ohne weiteres erlaubt, und wir hätten also in dieser Tuscaroride ein Beispiel für eine bedeutende Inkonstanz der Grundform zu sehen.

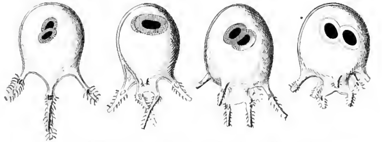


Fig. 165. „Stachelmutanten" von *Tuscaretta tubulosa*. Varianten mit 2, 3, 4 und 5 Aboralstacheln.

In ähnlicher Weise kommen sogar bei dem klassischen Objekte der stereometrischen Betrachtungsweise, bei den Circoporiden, Variationen bezüglich der Zahl der „Achsen" vor. So hat insbesondere Borgert bei *Circoporus oxyacanthus* Individualvarianten mit 7 (statt 6) Radialstacheln beobachtet (vergl. auch Syst. Teil, S. 173 und 178).

Es geht also daraus hervor, daß innerhalb der Art die Zahl der Achsen und damit die stereometrische Grundform keine vollständig konstante zu sein braucht, vielmehr beträchtlichen Schwankungen unterworfen sein kann. Ein prinzipieller Gegensatz des Radiolarienskelettes zu den Kristallen würde damit freilich noch nicht aufgestellt sein, denn ähnliche Unregelmäßigkeiten sind auch bei den Kristallen und zwar in den sogenannten Kombinationen nichts Ungewöhnliches. Am Bleiglanz z. B. findet man nicht selten Würfel, Rhomben, Dodekaëder, Oktaëder und einige andere Kristallformen miteinander vereinigt[1]. Indessen scheint mir gerade in der

[1] Vergl. A. Sauer, Mineralkunde, Stuttgart (ohne Datum), S. 23.

HAECKEL'schen Auffassungsweise die Eigenschaft der Konstanz sehr wesentlich zu sein, und deshalb durften die beschriebenen Abweichungen nicht unerwähnt bleiben.

Ein weiteres Bedenken gegen die Auffassung, daß speciell die polyëdrischen Skelette nichts anderes als die Verwirklichungen immanenter stereometrischer Grundformen sind, ergiebt sich aus der Betrachtung, daß die regelmäßige Zahl und Anordnung der Strahlen z. B. bei den oktaëdrischen, ikosaëdrischen und dodekaëdrischen Circoporiden augenscheinlich eine „zweckmäßige“ ist. Es handelt sich, wie früher gezeigt wurde, offenbar darum, mit einer möglichst geringen Zahl von Strebepfeilern auszukommen und diese möglichst gleichmäßig auf der Schalenoberfläche zu disponieren. Damit ist aber von vornherein nicht bloß eine begrenzte Zahl von Möglichkeiten, sondern auch die Uebereinstimmung der Achsenverhältnisse mit denjenigen der sogenannten platonischen Polyeder gegeben (vergl. S. 505).

Man wird nun vielleicht sagen können, daß trotz der Zweckmäßigkeit, welche in der Zahl und Anordnung der Circoporidenstacheln zu Tage tritt, die letzteren dennoch sehr gut nichts anderes als „verkörperte Kristallachsen“ sein können; es scien eben von zahlreichen der Radiolariensarkode innewohnenden Potenzen (Kristallisationsmöglichkeiten) nur diejenigen dauernd verwirklicht worden, welche zur Bildung zweckmäßiger Strukturen geführt haben.

Es mag vorläufig dahingestellt bleiben, ob dieser Ausweg der richtige ist. Jedenfalls zeigt sowohl die mangelnde Konstanz der Grundform, wie die Zweckmäßigkeit der regelmäßigen Skelettstrukturen, daß sich die promorphologische Betrachtungsweise in der von HAECKEL angenommenen Fassung nicht ohne Anstände auf die Radiolarien übertragen läßt. Materialien zur weiteren Beurteilung dieser Anschauung werden sich im folgenden aus der Betrachtung der Skelettbildungsprozesse ergeben, doch kann wohl die ganze Frage nicht ohne Zuhilfenahme neuer Methoden entschieden werden.

HAECKEL'S Sekretionshypothese und DREYER'S mechanische Gerüstbildungshypothese.

In naher Berührung mit den promorphologischen Anschauungen HAECKEL's steht die Theorie, welche er sich bezüglich der Bildung der Schwammnadeln gebildet hat. In seiner Monographie der Kalkschwämme (1872) stellt er die Ansicht auf, daß die Spicula der Kalkschwämme einheitliche Kristalle seien, welche aber bei ihrer Entstehung allerdings durch die Thätigkeit des lebenden Organismus in mehrfacher Hinsicht modifiziert werden. Der Prozeß der Kalknadelbildung stellt also gewissermaßen einen Kompromiß dar zwischen der kristallisierenden Thätigkeit des kohlensauren Kalkes und derjenigen der organisierenden Kräfte der Sarkode, er wird daher von HAECKEL als Biokristallisation bezeichnet. Diese Anschauungen, welche anfangs durch die Untersuchungen EBNER's (1887) eine Stütze zu erhalten schienen, mußten inzwischen namentlich auf Grund der Beobachtungen von MINCHIN (1898) und MAAS (1898—1900) über die Entstehung der Kalkschwammspicula in einer wesentlichen Hinsicht modifiziert werden: danach haben die Nadeln bei ihrer ersten Entstehung noch keine kristallinische Struktur, vielmehr sind bei ihrer Bildung zwei zeitlich aufeinander folgende Prozesse zu unterscheiden, eine

Phase der rein organischen, cellulären Thätigkeit, welche die Anlage oder den organischen Kern der Nadel liefert, und eine Phase des raschen kristallinischen Wachstums, in welcher die viel mächtigere, in optischer Hinsicht durchaus kristallartig sich verhaltende Hülle ihre Entstehung nimmt.

Während die Anschauungen, zu welchen Haeckel bezüglich der Entstehung der Schwammnadeln gekommen war, in letzter Linie ganz auf dem nämlichen Boden wurzeln, wie seine Grundformenlehre, nämlich in der Grundvorstellung von einer vollständigen Uebereinstimmung organischer und anorganischer Formbildung, ist er bei der Betrachtung des Radiolarienskelettes zu wesentlich abweichenden ontogenetischen Ansichten gelangt. Eigentliche entwickelungsgeschichtliche Stadien hat Haeckel allerdings nicht zu Gesicht bekommen, auch haben seine Anschauungen über die Skelettbildung der Radiolarien an keiner Stelle des Reports eine vollkommen klare und eingehende Fassung erhalten, indessen erhält man bei einer Zusammenstellung der verschiedenen einschlägigen Bemerkungen den Eindruck, daß sich Haeckel den Vorgang der Skelettbildung der Radiolarien nicht als einen verhältnismäßig einfachen, der anorganischen Formbildung vergleichbaren, sondern als einen komplizierten physiologischen Prozeß denkt. Haeckel (1887, 1887a, § 210) hält es für wahrscheinlich, daß die Skeletteile der Radiolarien nicht direkt durch eine chemische Umwandlung der Pseudopodien und Plasmanetze, sondern daß sie durch Sekretion entstehen. Indem die gelöste Skelettsubstanz (Kiesel, Acanthin) aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, werden ihre Moleküle nicht in das Plasma eingelagert, sondern von ihm abgelagert. Uebrigens sei ja bekanntlich der Unterschied zwischen diesen beiden Prozessen oft kaum (oder nicht) festzustellen. An einer anderen Stelle (§ 149) spricht Haeckel auch von einem Wachstum der Skeletteile. Bezüglich der Phäodarien (Tripyleen) wird speciell noch hervorgehoben, daß das Wachstum ihres Skelettes mit besonderen Komplikationen verknüpft sein müsse, da es sich ja bei der Mehrzahl um hohle, cylindrische, mit Gallerte gefüllte und oft mit einem axialen Kieselfaden versehene Silikatröhren handle.

Während also Haeckel die Skelettbildung der Radiolarien für einen wesentlich komplizierteren Prozeß hält, als beispielsweise die Entstehung der Schwammnadeln, und von vornherein davon absieht, irgend welche einfachen Faktoren chemischer und physikalischer Art für die Erzeugung des wunderbaren Formenreichtums der Kieselskelette verantwortlich zu machen, hat es sein Schüler Dreyer (1892) in einer gedankenreichen, vielbeachteten Arbeit unternommen, eine mechanische Theorie der Gerüstbildung der Wirbellosen und Protozoen und insbesondere der Radiolarien zu geben.

Dreyer ist durch die Tatsache, daß das Vierstrahlergerüst bei den Rhizopoden, Spongien und Echinodermen selbständig und noch dazu unabhängig vom Baumaterial entstanden ist, zu der Anschauung geführt worden, daß der Vierstrahlertypus nicht durch die specifische Lebensthätigkeit der Organismen, sondern durch allgemeingültige, rein mechanische Gesetze bedingt sein müsse. Dreyer nimmt dabei Bezug auf die Ansicht F. E. Schulze's (1887), daß die Skeletteile der Kalkschwämme durch die Konfiguration des Weichkörpers, und zwar die Dreistrahler durch die Form der Poreninterstitien, die Vierstrahler durch die tetraëdrischen, zwischen den kugeligen Geißelkammern gelegenen Zwickel bedingt seien. Während es sich aber hier nach F. E. Schulze um ein finales Verhältnis handelt, insofern „diejenige Form und Lagerung der Festteile sich hat ausbilden müssen, welche unter den bestehenden Verhältnissen am besten geeignet war, die nötige Festigkeit der Körperwand herbeizuführen", gelangt Dreyer

zu der Ansicht, daß die Vierstrahler durch die Blasenstruktur des Weichkörpers ätiologisch bedingt seien. Da nämlich die lebende Substanz, insbesondere auch der von Alveolen durchsetzte Weichkörper der Radiolarien, in seinem Aufbau von den Gesetzen der Blasenmechanik beherrscht sei und da diese die Bildung von vierstrahligen Kanten- und Wandsystemen bedingt, so muß auch die Abscheidung der Skelettsubstanz, welche bei den Radiolarien ausschließlich in der Sarkode (zwischen den eingelagerten Gallertvakuolen) vor sich geht, dem Vierstrahlertypus folgen.

An verschiedenen Komplexen von Seifenblasen[1]), welche teils der Oberfläche der Seifenlösung aufliegen, teils als freischwebend gedacht sind (Textfig. 166—168), demonstriert Dreyer insbesondere, wie, je nach der relativen Größe der einen Eckpunkt umlagernden Blasen, die Strahlen der Vierstrahler eine verschiedene Größe und Krümmung erhalten, bezw. ver-



Fig. 166.

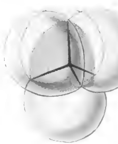


Fig. 167.

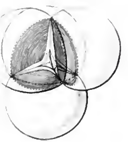


Fig. 168.

Fig. 166—168. Komplexe von Seifenblasen mit in den Kanten der Blasengerüste eingezeichneten Spikulis, nach Dreyer, 1892, Fig. 152, 150 und 158.

schiedene Winkel miteinander einschließen können, so daß zahlreiche Typen von Vierstrahlern, insbesondere auch die bei den Tripyleen weitverbreiteten dreizinkigen Gabeln (Textfig. 166) entstehen können. Ferner wird gezeigt, wie bei einer dickflüssigeren und zäheren Beschaffenheit der Grundflüssigkeit und bei geringerer Größe der Blasen die Vierstrahler nicht, wie bei dünnen Blasenwänden, linien- oder stabförmige Arme bekommen (Textfig. 167), sondern die Gestalt von derberen Tetraëdern mit konkav eingebogenen Flächen und mit mehr oder weniger lang ausgezogenen Ecken annehmen (Textfig. 168). Endlich wird auch nachzuweisen versucht, wie in einem konzentrisch geschichteten Sarkodekörper Gitterschalen verschiedener Art dadurch entstehen können, daß sich in der skeletogenen Schicht, welche zur Bildung der Gitterschale bestimmt ist, Kieselsäure ansammelt und daß dann mit einem Male, im Lorikationsmoment (Haeckel)[2]), das in die skeletogene Schicht fallende, mit Kieselsäure gesättigte Netz der protoplasmatischen Zwischenwände der Vakuolen plötzlich versteinert, „etwa wie an einem Fenster Eisblumen an-

1) Den Ausgangspunkt für Dreyer's Anschauungen haben die Blasengerüste in einer entleerten Bierflasche gebildet.
2) lorica, Panzer.

schießen". Da nun das protoplasmatische Zwischenwandsystem der Vakuolenlage im Tangentialschnitt ein Netz mit polygonalen Maschen bildet, so überträgt sich diese Form bei der Verkieselung auf die resultierende Schale (Textfig. 169): sind die Zwischenwände sehr dünn und die Vakuolen flach aneinandergedrückt, so entsteht ein Gitter mit polygonalen Maschen und dünnen Balken (d); greift die Verkieselung auch auf die radialen Zwischenwände über, so entstehen polygonale Porenrahmen, wie sie so häufig bei Astrosphäriden, Castanelliden u. a. vorkommen (f), oder auch aufstrebende Radialstacheln (e, g); werden auch die tangentialen Kanten zwischen den vorstehenden Kuppen der palissadenförmig zusammengedrängten Vakuolen ausgegossen, so können zartbalkige „sekundäre Rindenschalen" entstehen, wie sie so häufig bei tiefenlebenden Sphärellarien und Cyrtellarien auftreten (a; vergl. Syst. Teil, S. 439, Textfig. 75, 77; Taf. 85, Fig. 493 u. a.). Die Entstehung mehrfacher, konzentrischer Gitterschalen führt schließlich Dreyer darauf zurück, daß bei weiterem Wachstum des Weichkörpers die skeletogene Schicht über die zuerst gebildete Gitterschale hinausrückt und daß nach einiger Zeit eine abermalige Sättigung der letzteren mit Kieselsäure erfolgt, worauf wieder eine Lorikation eintreten kann.

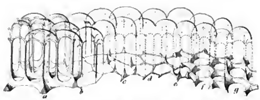


Fig. 169. Darstellung der Bildungsmechanik verschiedener Gerüstformen in einer oberflächlichen Blasen-, bezw. Vakuolenschicht, nach Dreyer, 1892, Fig. 159. a Bildung einer „sekundären", äußeren Rindenschale (vergl. *Hexacromyum*, Syst. T., S. 439, Fig. 75, 77). b Ankerbildung. c Tetraëderbildung. d polygonales Maschenwerk ohne und e mit Radialstacheln. f ausgerundete polygonale Maschen ohne und g mit Radialstacheln.

Die Dreyer'sche Theorie ist auf den ersten Anblick ungemein bestechend und ist in der That auch von vielen Seiten mit großer Sympathie aufgenommen worden. Namentlich in historischen, die Anfangsgeschichte der Entwickelungsphysiologie betreffenden Auseinandersetzungen spielt die „mechanische Gerüstbildungstheorie" Dreyer's, obwohl es sich nur um eine fast durchaus hypothetische Erörterung handelt, eine große Rolle. Indessen wird man bei genauerer Betrachtung auf eine Reihe von Punkten aufmerksam, durch welche von vornherein der Erklärungswert der Dreyer'schen Hypothese wesentlich eingeschränkt wird. Ich möchte hier zunächst dasjenige wiederholen, was ich bereits früher (1905) gegen ihre Gültigkeit vorgebracht habe.

„Einmal ist zu sagen, daß, wenn man speciell die Tripyleen ins Auge faßt, der Vierstrahler der Häufigkeit seines Auftretens nach entfernt nicht so dominiert, wie man es der Hypothese zuliebe erwarten sollte, und daß sich auch da, wo die Vierstrahler als Hauptskelettelemente auftreten, stets daneben Varianten vorfinden, auf deren Entstehung die Hypothese kein Licht werfen kann. In Textfig. 170 sind die Stacheln derjenigen Tripyleen zusammengestellt, welche als eigentliche Repräsentanten des Vierstrahlertypus gelten könnten, bei denen sich jedoch durchweg Unregelmäßigkeiten nach dieser oder jener Richtung hin vorfinden.

So kommen bei *Aulographis pandora* Haeckel (Textfig. 170a) und *Aulosphaera triodon* Haeckel (Textfig. 170b) wohl niemals Individuen mit ausschließlich dreizinkigen, d. h. vierstrahligen Stacheln vor, vielmehr finden sich stets auch solche mit 2, 4 oder mehr Terminalästen.

Die nächste Form, *Aulospathis variabilis triodon* Haeckel (Textfig. 170 c), ist deshalb bemerkenswert, weil die Abweichungen vom Vierstrahlertypus im wesentlichen an geographische Unterarten geknüpft sind. Unregelmäßigkeiten wieder anderer Art finden sich bei solchen vierstrahligen Stacheln, deren Aeste sich sekundär verzweigen oder mit Seitenanhängen versehen sind: so können die drei primären Aeste bei den Radialstacheln von *Aulographis tristyla* n. sp.[1]) (Textfig. 170 f) und bei den Apicalstacheln von *Sagoscena floribunda* n. sp. (Textfig. 170 d) bald drei, bald nur zwei sekundäre Aestchen aufweisen, und ebenso besitzt *Circoporus sexfuscinus* Haeckel (Textfig. 170 e), dessen Radialstacheln meist drei Terminaläste tragen, also dem Vierstrahlertypus folgen, an der Basis eine wechselnde Zahl, nämlich 3, 4 oder 5 Seitendornen.

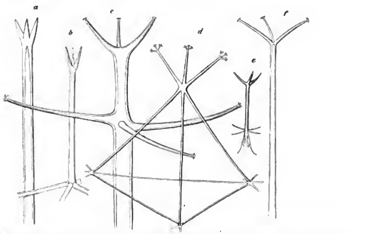


Fig. 170. Vierstrahlige Stacheltypen. a *Aulographis pandora* Haeckel. b *Aulosphaera triodon* Haeckel. c *Aulospathis variabilis triodon* (Haeckel). d *Sagoscena floribunda* n. sp. e *Circoporus sexfuscinus* Haeckel. f *Aulographis tetrastyla* n. sp. var. *tristyla*.

Angesichts der Unmöglichkeit, die neben dem Vierstrahler auftretenden Varianten mit Hilfe der Dreyer'schen Hypothese kausalmechanisch zu erklären, wird man zu dem Gedanken geführt, daß das, wenn auch nicht dominierende, so doch verhältnismäßig häufige Auftreten von dreizinkigen, d. h. vierstrahligen Radialstacheln in erster Linie auch wieder eine finale Bedeutung habe. Handelt es sich doch, wie wir gesehen haben, darum, die extrakalymmale Sarkodehaut ausgespannt zu halten, und hier wird nach geometrischen Gesetzen die dreizinkige Gabel diejenige Einrichtung sein, welche, bei möglichster Materialersparnis, in der vollkommensten Weise jener Aufgabe gerecht wird.

1) Diese Form wurde im Syst. Teil (S. 43) der Art *Au. tetrastyla* eingeordnet.

Ebensowenig wie die genannten Fälle lassen sich nun auch gewisse Abnormitäten mit der DREYER'schen Hypothese vereinigen, so z. B. die in Textfig. 171 abgebildete Monstrosität von *Auloceros arborescens trigeminus* HAECKEL. Während nämlich bei dieser Unterart die Radialstacheln normalerweise drei verzweigte Terminaläste haben, sind bei dem vorliegenden Exemplar[1]) bei sämtlichen Stacheln nur zwei Aeste zur Ausbildung gelangt. Diese liegen aber nicht, wie dies sonst bei zweizinkigen Stacheln der Fall zu sein pflegt, in einer Ebene mit dem Stachelschaft, so daß sie mit diesem zusammen eine Art Gabel bilden, vielmehr sind sie bei sämtlichen Stacheln windschief abgebogen, gleichsam als ob der dritte Terminalast auch noch vorhanden wäre. Dieser Abnormität gegenüber versagt, wie ich glaube, die DREYER'sche Hypothese völlig, sie kann vielmehr nur zurückgeführt werden auf eine im ganzen Weichkörper gleichmäßig zur Herrschaft gelangte, an allen Punkten desselben wirksame konstitutionelle Abweichung der formbildenden Sarkode[2]).

Ebenso große Schwierigkeiten stellen sich der DREYER'schen Hypothese in den Weg, wenn man die regelmäßig sechsstrahligen Felder der Aulosphäriden- und Sagosphäridenschalen ins Auge faßt, kurz, es kann gesagt werden, daß wenigstens bei den Tripyleen die Fälle, in welchen die Hypothese als ausreichend betrachtet werden könnte, eine Minderzahl bilden."

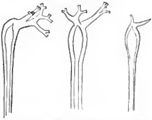


Fig. 171. *Auloceros arborescens trigeminus* (HAECKEL). 3 Stacheln eines Exemplares aus T.-St. 218 (vergl. auch Taf. XLII, Fig. 301).

Auch bei anderen Gruppen, z. B. bei den Nassellarien, versagt, so weit ich sehe, die Hypothese in vielen Fällen. Insbesondere findet auch die Entstehung des vierstrahligen Tripodiums, welches neuerdings von JÖRGENSEN (1905, S. 123) als Grundform des Nassellarienskelettes angenommen wurde, keine ausreichende Erklärung.

Wenn so die Hypothese offenbar nicht imstande ist, das ganze fragliche Gebiet zu decken, so kommt für ihre Beurteilung hinzu, daß auch in anderer Richtung ihre Tragweite vielleicht geringer ist, als man gewöhnlich anzunehmen pflegt. Denn es ist klar, daß sie „auch dann, wenn ihr Grundgedanke richtig wäre, uns sofort nach den ersten Schritten vor die große physiologische Unbekannte führt, nämlich vor die specifische Konstitution des formgestaltenden Protoplasmas. An einem Beispiel mag dies deutlicher hervortreten. Nach DREYER kommen die Gitterschalen der Radiolarien dadurch zustande, daß in einer bestimmten Schicht des Weichkörpers Kieselsäure zur Abscheidung gelangt, wobei die in dieser Schicht befindlichen Vakuolen gewissermaßen die Form für die Porenöffnungen und das protoplasmatische Zwischenwandsystem, soweit dasselbe in der skeletogenen Schicht gelegen ist, das Modell für das Gitterwerk abgiebt. Nun ist bekannt, daß die hauptsächlich in Betracht kommenden Schalen der Circoporiden, Challengeriden, Castanelliden und Concharideen hinsichtlich der Zahl, Anordnung, Größe und feineren

1) Ebenso wie bei einigen anderen Exemplaren.

2) Auch bei anderen Gruppen von Organismen würden sich der Annahme der DREYER'schen Hypothese Schwierigkeiten ähnlicher Art in den Weg stellen. Insbesondere ist zu erwähnen, daß nach MAAS die Vierstrahler der Kalkschwämme als Dreistrahler zur Anlage kommen und erst nachträglich den vierten Strahl erhalten.

Struktur der Porenöffnungen und bezüglich der Skulptur des Balkenwerkes eine außerordentliche Menge specifischer Eigentümlichkeiten zeigen. Es müssen daher, auch wenn es sich wirklich bei der Entstehung der Gitterschalen nur um einen Abguß der in der skeletogenen Schicht befindlichen Vakuolen handelt, durch die specifische Konstitution des Protoplasmas eine ganze Menge von Einzelverhältnissen bestimmt sein, vor allem der Abstand der skelettbildenden Schicht vom Weichkörpercentrum und ihre Dicke, dann Anordnung, Größe und gegenseitiger Abstand der Poren, ferner in vielen Fällen, z. B. bei den Circoporiden, die regelmäßige Verteilung der Porengruppen, und endlich bei den Challengeriden und Conchariden die vielfach sehr komplizierte Gestalt dieser Schalenöffnungen. DREYER ist sich offenbar dieser Sachlage wohl bewußt gewesen, es scheint mir aber doch nicht unzweckmäßig zu sein, hier auf die natürlichen Grenzen nochmals hinzuweisen, welche in diesem Falle der rein mechanischen Erklärung gesteckt sind" (1905).

Ausschlaggebend für die Stellung, welche wir gegenüber der DREYER'schen Hypothese einzunehmen haben, ist aber auf alle Fälle das entwicklungsgeschichtliche Thatsachenmaterial, und hier ist zu sagen, daß die Daten ontogenetischer Natur, welche das „Valdivia"-Material geliefert hat, mindestens gegen ihre allgemeine Gültigkeit sprechen. Ehe auf diese Beobachtungen eingegangen werden soll, muß noch eine weitere Skelettbildungshypothese Erwähnung finden, welche von einer den früheren Autoren noch unbekannten Thatsache ausgeht und, wenn auch ursprünglich nur für ein ganz bestimmtes Objekt aufgestellt, doch auf ein größeres Gebiet von Erscheinungen neues Licht zu werfen scheint.

IMMERMANN'S Pseudopodienhypothese.

IMMERMANN hat zunächst den in ätiologischer Hinsicht interessanten Nachweis geführt, daß bei einer Reihe von Aulacanthiden, die er mit Recht in einer besonderen Gattung (*Aulokleptes*) zusammenfaßt, nicht bloß die tangentialen Skelettelemente Fremdkörper, nämlich Gehäuse von verschiedenen Diatomeen sind, sondern auch die Grundlagen der Radialstacheln durch solche gebildet werden (vergl. besonders Taf. XLIII, Fig. 319, 320). Ausgehend von dieser Beobachtung und im Hinblick darauf, daß die Radialstacheln von *Aulokleptes* außerdem durch den Besitz von unregelmäßig verzweigten Terminalästen und durch eine deutlich geschichtete Wandung ausgezeichnet sind, hat dann IMMERMANN zunächst bezüglich der Stachelbildung von *Aulokleptes* eine neue Hypothese aufgestellt, welche von der DREYER'schen erheblich abweicht. Danach solle nach erfolgter Einstellung eines Diatomeengehäuses in die Richtung eines Pseudopodiums die Bildung des Radialstachels in der Weise erfolgen, daß das vor- und zurückfließende Pseudopodium jedesmal, wenn es eingezogen wird, sich mit seinem Oberflächenhäutchen an die Fremdkörperunterlage anschmiegt und, indem die letztere die Rolle eine Katalysators spielt, jeweils eine neue Kiesellamelle entstehen läßt (Textfig. 172 a, b, c). Die Entstehung der terminalen Verzweigungen erklärt IMMERMANN dadurch, daß beim Einziehen der Pseudopodien unregelmäßige Faltungen des Oberflächenhäutchens entstehen, welche, indem sie erhärten, die Grundlagen für die Astbildungen abgeben (Textfig. 172 d).

IMMERMANN ist der Ansicht, daß dieser, unter Benutzung einer Fremdkörperunterlage vor sich gehende Bildungsmodus ein primitives Verhalten darstellt und daß bei den übrigen

Aulacanthiden, welche von *Aulokleptes*-ähnlichen Formen abgeleitet werden müssen, dieser Prozeß der Nadelbildung „durch Vererbung" so fixiert worden sei, daß nunmehr die Stacheln auch ohne Fremdkörpergrundlage ihre Entstehung nehmen können.

Erwähnenswert ist noch, daß IMMERMANN als Ausgangspunkt für die Stachelbildung bei den übrigen Aulacanthiden Vakuolen annimmt, welche in centrifugaler Richtung durch die sich ausstreckenden Pseudopodien, in centripetaler dagegen durch die Kohäsion des gesamten Weichkörpers spindelförmig ausgezogen werden.

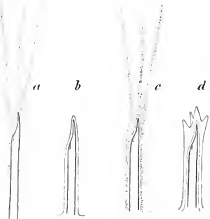


Fig. 172.



Fig. 173.

Fig. 172. Stachelbildung bei *Aulokleptes* nach IMMERMANN's Hypothese.
Fig. 173. Stacheln von *Aulokleptes flosculus* (HAECKEL) mit eingeschlossener *Aulographonium*-Nadel.

Bezüglich der von IMMERMANN aufgestellten Hypothese möchte ich gleich hier hervorheben, daß ich seine Beobachtung, wonach die Stacheln von *Aulokleptes* regelmäßig Fremdkörper in sich schließen, durchaus bestätigen und in einer Hinsicht noch erweitern kann. Ich habe nämlich nicht bloß die Gehäuse einer ganzen Reihe von Diatomeenarten im Inneren der *Aulokleptes*-Stacheln gefunden, sondern in wiederholten Fällen auch Nadeln von anderen Aulacanthiden, nämlich von *Aulacantha scolymantha* (Taf. IV, Fig. 44) und einer *Aulographonium*-Art (Taf. IV, Fig. 45; Textfig. 173).

Daneben wurden aber im „Valdivia"-Material noch einige andere Befunde gemacht, welche mit Sicherheit darauf schließen lassen, daß bei *Aulokleptes* der Prozeß der Nadelbildung in ganz ähnlicher Weise vor sich geht, wie bei anderen Aulacanthiden, insbesondere bei der nahe verwandten Gattung *Auloceros*, und daß man die Benutzung von Fremdkörperunterlagen nicht als

ein primitives, sondern als ein sekundäres Verhältnis zu betrachten hat. Auf diese Beobachtungen wird weiter unten näher eingegangen werden, hier sei nur vorausgeschickt, daß ich wenigstens in einem Punkte mit Immermann zusammentreffe, nämlich in der Annahme, daß es „Vakuolen" sind, welche bei den Aulacanthiden als Ausgangspunkt für die Stachelbildung dienen, und zwar bin ich im Gegensatz zu Immermann, der die eigentliche gestaltbildende Thätigkeit in die Pseudopodien verlegt, und ebenso im Gegensatz zu Dreyer, dem zufolge die Vakuolen gewissermaßen als negative Form ebenfalls nur eine passive Rolle bei der Skelettbildung spielen, zu dem Ergebnis gelangt, daß speciell der plasmatischen Hülle der Vakuolen, der Vakuolenhaut, eine wesentliche Funktion bei letzterer zufällt.

Schwierigkeiten der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung.

Die bisherigen Darstellungen, welche die Ontogenese des Radiolarienskelettes zum Gegenstand hatten, haben, wie auch von den Autoren selber anerkannt wird, einen überwiegend hypothetischen Charakter, und Bilder, welche in unzweifelhafter Weise als Entwickelungsstadien zu betrachten wären, spielen dabei nur eine sehr geringe Rolle. Dieser Mangel ist in der auffälligen Sprödigkeit begründet, welche die Radiolarienwelt der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung entgegenstellt.

Auf den ersten Anblick könnte es allerdings scheinen, als ob ein Ueberfluß an ontogenetischem Material vorläge, und man wird insbesondere leicht in die Versuchung kommen, die Sphärellariengehäuse mit mehreren konzentrischen Gitterschalen oder die mehrstockigen Vogelkäfige der polythalamen Cyrtellarien zum Teil wenigstens als Glieder ontogenetischer Reihen zu betrachten. In der That hat auch Haeckel bei ersteren die innerste Markschale, bei letzteren die Gitter-Cephalis als die zuerst gebildeten Skelettteile angesehen, an welche sich dann auf Grund einer successiven Skelettbildung die äußeren Schalen, bezw. die größeren Kammern angliedern würden. So ließe sich denken, daß wenigstens in vielen Fällen die einfacher gebauten Gehäuse ontogenetische Vorstufen der komplizierteren darstellen. Auch Dreyer hat unbedenklich für viele Gerüstformen eine successive Entstehung der einzelnen Teile, also wiederholte Lorikationsmomente angenommen, und ebenso hat er die oberflächlichen Leistennetze, z. B. der Circoporidenschalen (Textfig. 158—160), als sekundäre Bildungen betrachtet, welche auf Grund eines nachträglichen Prozesses der ursprünglich glatten Schale aufgesetzt würden. An diese Auffassung knüpft sich von selber die Vermutung an, daß manche einfacher gebaute Formen, die man bisher als besondere, phylogenetisch primitive Arten beschrieben hat, in Wirklichkeit nichts anderes als Jugendstadien seien. Zu der gleichen Annahme ist Immermann bezüglich der vielgestaltigen Radialstacheln von *Aulokleptes* gelangt: er hält die einfacheren Stacheltypen (vergl. Taf. IV, Fig. 40, 42) für ontogenetische Anfangsstufen und glaubt, daß die komplizierteren Formen (Fig. 38, 39, 43—45) auf Grund einer successiven, oberflächlichen Apposition von Kiesellamellen zu stande kommen.

Trotzdem nun ein solches allmähliches Wachstum der Kieselskelette in der Gehäusebildung der Foraminiferen eine Parallele finden und demnach die Annahme successiver Größen- und Formveränderungen des Radiolarienskelettes von vornherein keinen theoretischen

Schwierigkeiten begegnen würde, ist doch dagegen zu erwidern, daß ein thatsächlicher Beweis für ihre Richtigkeit, soviel mir bekannt ist, noch nicht gefunden wurde. Es ist bisher weder eine mehrschalige Sphärellarie, noch eine polythalame Cyrtellarie beobachtet worden, bei welcher die konzentrischen Schalen, bezw. die aufeinander folgenden Kammern verschiedene Stadien der Verkieselung aufweisen, und somit ist die Annahme einer successiven Entstehung vorderhand noch durchaus hypothetisch.

Speciell für die Tripyleen glaube ich im Gegenteil den Satz aussprechen zu können, daß das Gesamtskelett vom Eintritt der Verkieselung an in seinen Größen- und Formverhältnissen keine weiteren Veränderungen erfährt. Form und Größe des definitiven Skelettes sind vielmehr zu Beginn des Verkieselungsprozesses durch die häutige Skelettanlage endgültig bestimmt.

Eine Ausnahme bilden bis zu einem gewissen Grade die Aulacanthiden, deren Skelett ja aus isolierten Skelettstücken, den Radialstacheln, besteht. Hier werden, wie mehrere junge *Auloceros*- und *Aulospathis*-Exemplare gezeigt haben (Taf. X, Fig. 102, 103), die zunächst diametral gelagerten Radialstacheln einer nach dem anderen ausgebildet. Für jeden einzelnen Radialstachel gilt aber, was für das Gesamtskelett der übrigen Tripyleen gesagt wurde: Größe und Form des definitiven Stachels ist durch die Größe der häutigen Stachelanlage bestimmt. Nur für die Nadeln von *Aulokleptes* möchte ich vorläufig noch die Möglichkeit offen lassen, daß wenigstens die bizarrsten und mächtigsten Typen, insbesondere die knospen- und artischockenähnlichen Formen (Taf. IV, Fig. 43, 45; Taf. XLIII, Fig. 321; Textfig. 173), auf Grund eines sekundären Dickenwachstums ihre definitive Form erhalten. Zwingende Gründe scheinen mir allerdings für diesen Vorbehalt nicht vorzuliegen, vielmehr ließe sich die Entwickelung dieser extremen Stachelformen unschwer auch auf anderem Wege denken (s. unten).

So gilt denn, wie später im einzelnen auseinandergesetzt werden soll, wenigstens für die Tripyleen der Satz, daß weder das Gesamtskelett der einen, noch die isolierten Skelettelemente der anderen Formen (vielleicht mit der einzigen Ausnahme der komplizierteren *Aulokleptes*-Nadeln) nach Eintritt der Verkieselung wachsen und Formveränderungen einzugehen vermögen, und da auch bei *Oroscena* (einer Collodarie) die Größen- und die gröberen Formverhältnisse der Gitterschale und ihrer Anhänge bei Tieren mit ganz jugendlicher Centralkapsel im Durchschnitt die nämlichen sind wie bei den ältesten Individuen, so scheint mir dieser Satz eine weitere Gültigkeit zu besitzen. Demnach bieten sich also bei den genannten Radiolariengruppen, im Gegensatz zu den Foraminiferen, der ontogenetischen Untersuchung im ganzen keine Jugendstadien mit einfachen Skeletttypen dar, und wenn anfangs der Versuch vielleicht aussichtsvoll erschien, unter Berücksichtigung der Weichkörperverhältnisse manche von Haeckel u. a. getrennt beschriebene, durch ihre Skelette unterschiedene Formen als ontogenetisch zusammengehörig nachzuweisen — eine Aufgabe, auf welche mich auch der Leiter der Expedition in seinem ersten Schreiben hingewiesen hatte —, so mußte dieser Punkt bald aus dem Arbeitsprogramm gestrichen werden.

Die Schwierigkeit, welche sich der ontogenetischen Untersuchung entgegenstellt, wird nun dadurch noch erhöht, daß, wenigstens bei den Tripyleen, der eigentliche Skelettbildungsprozeß sich nicht bloß nicht über eine längere Jugendperiode erstreckt, sondern, wenn er einmal seinen Anfang genommen hat, außerordentlich rasch durchgeführt

wird. Schon Haeckel spricht von einem Lorikationsmoment, und ebenso schließt Dreyer aus dem Umstand, „daß man höchst selten, fast nie, unvollendeten Kugelschalen begegnet", daß die Schalenanlage sehr schnell vor sich geht. Auch bei anderen Objekten sind entsprechende Beobachtungen gemacht worden; so berichtet neuerdings Elpatiewsky (1907), daß bei der vegetativen Vermehrung von *Arcella* der aus der Mutterschale austretende Tochterteil der Sarkode momentan eine dünne, durchsichtige Membran ausbildet. Nach Angabe von Maas (1900, 1900a, 1900b) erfolgt auch bei Kieselschwämmen (*Tethya*) die erste Entstehung der Skelettelemente, bei Kalkschwämmen (Sykonen) das Auswachsen der Nadeln aus dem Schwammkörper heraus in überraschend schneller Weise, und vielleicht darf auch an das Seeigelei erinnert werden, bei welchem normalerweise die oberste Lamelle durch eine heftig vor sich gehende Abscheidung von Bläschen simultan abgehoben wird (Loeb, 1905).

Mit dem Mangel an eigentlichen Uebergangsstufen hängt es zusammen, daß es wohl sehr schwer möglich sein wird, die Zugehörigkeit der skelettlosen, offenbar als Jugendstadien zu betrachtenden Formen zu bestimmten, skelettführenden Arten nachzuweisen. Ich denke dabei an die Phäocollen (Syst. Teil, S. 7), an die nur mit einem lockeren Mantel von freien Tangentialnadeln ausgestatteten Cannobeliden (S. 10), an die „isolierten Centralkapseln" (S. 461) und unter den Collodarien an die Actissen (S. 390 unten). Hier wird es wohl nur unter Berücksichtigung besonderer Eigentümlichkeiten der Centralkapsel und des Kernes gelingen, die systematische Stellung endgültig zu entscheiden.

Weichhäutige Stadien, halbverkieselte Stadien und teratologische Vorkommnisse.

Im Vorhergehenden ist darauf hingewiesen worden, daß mindestens bei den Tripyleen die Skelettbildung einen sehr rasch verlaufenden Prozeß darstellt. Trotzdem ist es aber möglich eine genauere Analyse der komponierenden Einzelvorgänge vorzunehmen, weil wenigstens die erste Phase sich zeitlich von den übrigen abhebt und weil unter abnormen Verhältnissen auch die späteren Phasen voneinander getrennt erscheinen.

Schon Borgert (1900) hat die gelegentliche Bemerkung gemacht, daß die Radialstacheln der Aulacanthiden und die Schalen der Challengeriden ein weichhäutiges Anfangsstadium durchlaufen, und ich selbst bin bei den meisten Tripyleengruppen auf weichhäutige, mehr oder weniger färbbare Skelette gestoßen, welche mindestens in einigen Fällen als normale Entwicklungsstadien zu betrachten sind.

Wohl mit Sicherheit kann dies dann behauptet werden, wenn auch der Kern, die Centralkapsel und die Extrasarkode einen unverkennbar jugendlichen Charakter aufweisen. Dies gilt z. B. für die in großen Tiefen (T.-St. 121, S. 1900—2500) gefischten weichhäutigen Exemplare von *Challengeria Naresi*, von welchen eines den Kern noch im Zustand der Telophase zeigte und außerdem eine die Centralkapsel umhüllende provisorische Hülle, unvollkommen entwickelte Parapylen und eine phäodellenarme, unverkennbar in Neubildung begriffene Extrasarkode, also lauter Merkmale eines jugendlichen Zustandes, aufwies (Taf. LII, Fig. 430). Die Schale (Fig. 430 *s*) zeigte bei diesem Exemplar bereits die Strukturverhältnisse des fertigen Zustandes, war aber noch

durchaus färbbar. Insbesondere gilt dies für die beiden Grenzlamellen (innere und äußere Cuticularschicht), während die das Balkenwerk bildende Füllsubstanz durch Hämatoxylin schwächer tingiert wurde. Die kleinen, in der Füllsubstanz abgelagerten Körnchen, welche ich anfangs für die ersten Spuren der Verkieselung hielt, sind wahrscheinlich als luftgefüllte Porenräume zu betrachten.

Ebenso wie diese Challengerien, darf wohl auch ein weichhäutiges Exemplar von *Atr-acantha paradoxa* als ein normaler Entwicklungszustand angesehen werden, da auch die von den Radialstacheln eingeschlossene Gallerte noch eine färbbare Beschaffenheit aufwies, was allen sonstigen Erfahrungen gemäß als Zeichen eines frühen Entwicklungsstadiums aufzufassen ist (Syst. Teil, S. 384, Textfig. 49).

In anderen Fällen zeigten die weichhäutigen Exemplare Abnormitäten verschiedener Art, oder es traten neben ihnen monströs gestaltete Individuen auf, so daß der Verdacht bestand, es möchte in diesen Fällen die Weichhäutigkeit an sich schon als eine Abnormität, als eine Entwicklungshemmung zu betrachten sein. Dies gilt namentlich, wie unten ausgeführt werden soll, für einige in der Antarktis gefundene Castanelliden (Taf. XL), und ebenso war von den beiden weichhäutigen Exemplaren von *Tuscaretta tubulosa*, welche das „Valdivia“-Material lieferte, das eine ein ganz augenscheinlicher Krüppel (Taf. XXX, Fig. 232; Taf. XXXII, Fig. 247), das andere zeigte die Kerne auf einem so späten Entwicklungsstadium, daß auch bei ihm bezweifelt werden muß, ob seine Schale eben erst entstanden ist.

Aber auch die hier aufgezählten Fälle, in welchen die Weichhäutigkeit des Skelettes wahrscheinlich nicht einen normalen Charakter darstellt, sind für die ontogenetische Untersuchung von Bedeutung, weil sie, wie die Abnormitäten und Monstrositäten überhaupt, wertvolle Winke für die Beurteilung des normalen Entwicklungsverlaufes gewähren.

Was für die weichhäutigen Stadien gilt, muß auch von den halbverkieselten gesagt werden: auch sie dürften mindestens in vielen Fällen Durchgangsphasen eines normalen Entwicklungsganges darstellen, in anderen dagegen gehören sie eher in die Kategorie der Entwicklungshemmungen, ohne damit ihre Bedeutung für die ontogenetische Betrachtung einzubüßen.

Diese Bedeutung teratologischer Vorkommnisse für die Entwicklungsgeschichte ist ja allgemein anerkannt, und insbesondere wird auch von seiten der entwicklungsmechanischen Forschung zugegeben, daß unter Umständen die pathologischen Befunde ihrem erklärenden Werte nach dem künstlichen Experimente nahekommen können. So sagt Roux (1893): „Außer den Veränderungen, die durch das künstliche Experiment gesetzt werden, kommen als Mißbildungen oder als bloße Variationen oder als Folgen von Erkrankungen nicht selten Veränderungen der Organismen vor, die denen des analytischen Experimentes an ihnen annähernd oder ganz entsprechen, und daher in ähnlicher Weise wie dieses zu kausalen Ableitungen zu verwerten sind“ (vergl. auch Roux, 1894, S. 31).

Gerade bei den Radiolarien liefern nun die Mißbildungen deshalb ein unentbehrliches und unschätzbares Material für die ontogenetische Untersuchung, weil aus den oben angeführten Gründen nur wenige normale Entwicklungsstadien zu Gesicht kommen, erstere dagegen, speciell in den verschiedenen Tripyleengruppen, in großer Menge zur Verfügung stehen. Schon beim ersten Sortieren waren sie mir aufgefallen, im weiteren Verlauf der Untersuchung habe ich von

jeder noch so kleinen Abweichung vom Normalen Notiz genommen, und so wurde den Mißbildungen auch in den Tafeln ein beträchtlicher Raum zugestanden. Speciell auf den Tafeln XXV und XXX (Tuscaroren), XXXVI, XXXVIII und XL (Castanelliden), XLII (Aulacanthiden), XLIV und XLV (Aulosphäriden) sind Mißbildungen der verschiedensten Art in großer Zahl wiedergegeben worden.

Ihrem Wesen und teilweise ihrer Entstehung nach sind bei den Tripyleen etwa sieben verschiedene Gruppen von Mißbildungen[1]) zu unterscheiden:

1) **Exogene Verbildungen.** Unter denjenigen Mißbildungen, für deren Zustandekommen mit einiger Sicherheit direkt wirkende äußere Faktoren, insbesondere einseitige Stoßwirkungen, verantwortlich gemacht werden können, sind in erster Linie die Verbiegungen und Knickungen radialer Skelettelemente anzuführen. Speciell bei den Aulacanthiden trifft man vielfach vollständig verkieselte Radialstacheln an, welche an irgend einem Punkte eine Einknickung aufweisen (Taf. XLII, Fig. 315). Bei der spröden Beschaffenheit der Kieselsubstanz ist es ausgeschlossen, daß diese Verbildung erst an der fertigen Nadel eingetreten ist, vielmehr scheint die einzige Erklärungsmöglichkeit die zu sein, daß sie im weichhäutigen Stadium, infolge einer radiär gerichteten Druckwirkung, vielleicht einer Kollision mit anderen Organismen zu stande gekommen ist. Besonders deutlich scheint mir ein derartiger Zusammenhang dann hervorzutreten, wenn mehrere benachbarte Radiärelemente die nämliche Mißbildung zeigen, wie dies z. B. bei einem Exemplar von *Coelodendrum lappaceum* (Textfig. 174) der Fall war.

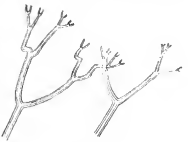


Fig. 174. Geknickte Dendritenäste von *Coelodendrum lappaceum*.

Außer diesen ausgesprochenen Knickungen zeigen die radiären Skelettteile und insbesondere auch die Terminalbildungen recht häufig unregelmäßige Krümmungen und Verbiegungen anderer Art, welche ebenfalls im weichhäutigen Stadium durch Widerstände irgendwelcher Natur herbeigeführt sein müssen (vergl. Taf. VI, Fig. 62; Taf. XXXVII, Fig. 281; Taf. XLIII, Fig. 317a; Taf. XLVIII, Fig. 372 u. a.). Einige ähnlich gestaltete Deformationen, denen aber eine andere Ursache zugeschrieben werden muß, werden unter einer anderen Rubrik eine Besprechung finden.

2) **Formstörungen (Krüppelformen) und Dislokationen.** Unregelmäßigkeiten in der Körperform und in der Anordnung einzelner Teile, wie sie bei den Tripyleen nicht selten auftreten, haben zum Teil wohl ebenfalls in äußeren Einwirkungen ihre Veranlassung, zum Teil dürfte es sich schon um Verbildungen mehr endogener Natur handeln, d. h. um Veränderungen, bei welchen eine unmittelbare Wirkung mechanischer oder chemischer Außenfaktoren einfacher Art nicht erkennbar ist. Dahin gehört z. B. eine *Tuscaretta tubulosa* mit excentrischer, weitklaffender Pylomöffnung und unregelmäßig angeordneten (teilweise verkümmerten) Radialstacheln (Taf. XXX,

1) Ich bin im folgenden zu einer Gruppierung der Mißbildungen gelangt, welche ziemlich genau der in der menschlichen Pathologie üblichen entspricht. So unterscheidet E. ZIEGLER (Allg. Path., 10. Aufl., Jena 1901): Hemmungsmißbildungen; Lageveränderungen der Organe; durch excedierendes Wachstum und Organvermehrung entstandene Mißbildungen, Zwitterbildungen und Doppelmißbildungen

Fig. 232), eine birnförmige Monstrosität von *Castanidium variabile* mit seitlich gelegenem Pylom (Taf. XL, Fig. 295) u. a.

3) **Entwicklungshemmungen.** Weitaus die wichtigste Bedeutung für die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung besitzen die Entwicklungshemmungen, d. h. Störungen, welche durch Stehenbleiben der ontogenetischen Prozesse auf irgend einem Stadium zu stande kommen und welche also in den Genepistasen Eimer's und in den retrogressiven Variationen H. de Vries' ihr phylogenetisches Gegenstück haben. Dabei ist keineswegs nötig, daß alle Elementarprozesse gleichzeitig und in gleich starkem Maße zum Stillstand kommen, vielmehr können unter Umständen primäre, vorbereitende Prozesse gehemmt werden, dagegen die sekundären, nachfolgenden zur vollkommenen Durchführung gelangen, so wie z. B. bei Hypophalangie der menschlichen Finger die Nagelbildung ganz oder nahezu ungestört vor sich gehen kann.

Speciell bei den Tripyleen kommen sehr viele Entwicklungshemmungen dadurch zu stande, daß die häutige Skelettanlage nicht zur vollen Entfaltung gelangt und trotzdem die Verkieselung durchgeführt wird. Hierher gehören vor allem die Radialstacheln mit knopfförmigen oder sonstwie verkümmerten Terminalbildungen, wie sie bei Aulacanthiden (Taf. I, Fig. 7; Taf. VI, Fig. 62; Taf. VII, Fig. 82) und Cölodendriden keine seltene Erscheinung sind, ferner die kuppenförmig abschließenden Nadeln von *Aulospathis*, welche alle Uebergänge zu normal gestalteten *monodon*-Nadeln erkennen lassen (Taf. VI, Fig. 65—67; s. unten, Textfig. 178a—c), Castanellidenschalen mit knopfförmigen Nadelrudimenten (Taf. XXXVIII, Fig. 291) u. a.

Eine besondere Gruppe von Entwicklungshemmungen bilden die stachellosen Varianten der Cannosphäriden und Castanelliden (Taf. XIV, Fig. 143; Taf. XXXVI, Fig. 277). Da die betreffenden Exemplare stets nur vereinzelt und zwar neben typischen, stacheltragenden Individuen vorkommen und da an den nämlichen Exemplaren in der Regel einzelne Radiärelemente in verkümmerter Form erhalten sind, so dürfte es keinem Zweifel unterliegen, daß man es in der That mit Entwicklungshemmungen, also mit Individualvarianten, und nicht mit besonderen Species zu thun hat. Vielleicht gehören hierher auch die von Haeckel beschriebenen stachellosen Aulosphäriden (vergl. Syst. Teil, S. 111).

4) **Entwicklungsstockungen.** Als Entwicklungsstockungen möchte ich im Gegensatz zu den Entwicklungshemmungen solche Verbildungen bezeichnen, welche durch vorübergehende Unterbrechungen eines ontogenetischen Einzelprozesses zu stande kommen.

Ein besonders schönes Beispiel fand ich an einem Exemplar von *Astracantha paradoxa* (Taf. LXXII, Fig. 534—536), bei welchem nahezu sämtliche Radialstacheln auf gleicher Höhe, nämlich an der Grenze zwischen dem äußeren und mittleren Drittel, nahtförmige Unterbrechungen (Fig. 535, 536) oder auch eigentliche Einschnürungen (Fig. 534), sowie an der gleichen Stelle eigentümlich deformierte Dornen aufwiesen. Diese Abnormität kann nur so gedeutet werden, daß während des im häutigen Zustand vor sich gehenden Auswachsens der Radialstacheln der ganze Weichkörper von einer vorübergehenden Störung betroffen wurde und daß auf diese Weise die Stachelanlagen in ihrer Entfaltung eine simultane, nur kurze Zeit währende Unterbrechung erfuhren (vergl. Syst. Teil, S. 385).

5) **Konstitutionelle Asymmetrien.** Während es im vorigen Falle denkbar wäre, daß ein äußerer, vorübergehend einwirkender Reiz die gleichartige Verbildung aller Radialstacheln herbeigeführt habe, kann bei den früher (S. 588, Textfig. 171) beschriebenen Exemplaren von *Auloceros arborescens trigeminus*, welche an sämtlichen Radialstacheln eine asymmetrische Abbiegung der beiden Terminaläste aufweisen, eine derartige Reizwirkung schwerlich angenommen werden. Es wäre ja freilich allenfalls denkbar, daß den betreffenden Individuen durch einen Stoß eine rollende Bewegung mitgeteilt worden sei und daß damit die einseitige Verbiegung im Zusammenhang stände; indessen spricht gegen diese Annahme der Umstand, daß bei *Auloceros trigeminus* mehrere Exemplare die nämliche Erscheinung aufwiesen, während diese bei anderen Aulacanthiden mit zwei Terminalästen niemals gefunden wurde. So handelt es sich denn zweifellos um eine konstitutionelle Abänderung, welche auf der Grenze zwischen pathologischen Abnormitäten und individuellen, zur Rassenbildung neigenden Varianten steht, und eine Zusammenstellung mit der bei *Astracantha* beobachteten Aberration, wie ich sie im systematischen Teil (S. 385) vorgenommen habe, ist daher wohl schwerlich am Platze.

6) **Wucherungen und Hypertrophien.** Unter besonderen Umständen kann eines der fundamentalen Bauprinzipien, welches bei der Entwickelung des Radiolarienskelettes Geltung hat, das Prinzip der Materialersparnis, durchbrochen werden, so daß Wucherungen des Gitterwerkes oder hypertrophische Verdickungen der Skelettwandungen zu stande kommen.

In die erste Gruppe von Abnormitäten gehören die unregelmäßigen Flechtwerke, die nicht selten an mißgebildeten Castanellidenschalen unterhalb der eigentlichen Gitterschale auftreten (Taf. XXXVIII, Fig. 289; Taf. XL, Fig. 295a), und vielleicht sind hierzu auch einige Vorkommnisse ähnlicher Art zu rechnen, welche bei Oroscenen gefunden wurden (Syst. Teil, S. 411, Textfig. 69).

Als Hypertrophien sind zu bezeichnen die scheibenförmigen Verdickungen der Knotenpunkte, die bei einem abnormen Aulosphäridenskelett zur Beobachtung kamen (vergl. Syst. Teil, S. 462, Textfig. 95 und 96; sowie hier, Textfig. 175*d*, *e*), und ebenso die mächtigen, keulenförmigen Radialstacheln mit deutlich geschichteter Wandung (Textfig. 176c), welche bei einem Exemplar von *Aulographis stellata* zwischen normalen und kuppenförmig abgeschlossenen Nadeln (a und b) im Weichkörper steckten. Es erinnern diese Keulen an die extrem entwickelten, artischockenförmigen Typen der *Auloklepes*-Nadeln (Taf. IV, Fig. 43, 45; Taf. XLIII, Fig. 321; S. 590, Textfig. 173), deren enorme Massenentfaltung vielleicht als eine Reaktion der Radiolarien-Sarkode auf den vom eingeschlossenen Fremdkörper (der Diatomeenschale) ausgeübten Reiz zu betrachten ist. Ob etwas Aehnliches bei den *stellata*-Nadeln vorliegt, habe ich nicht entscheiden können.

7) **Doppelbildungen (Spaltungsmonstra und Verschmelzungen).** Verhältnismäßig selten sind mir Doppelbildungen zu Gesicht gekommen, eine Erscheinung, die zunächst einigermaßen auffallend ist, wenn man die Häufigkeit solcher Vorkommnisse bei den Foraminiferen, insbesondere bei *Orbitolites*, ins Auge faßt (vergl. Rhumbler, 1902).

Speciell als ein Spaltungsmonstrum ist die in Fig. 498a (Taf. LXVI) abgebildete Terminalbildung von *Coelographis regina* zu betrachten. Die zweite Form von Doppelbildungen, die durch nachträgliche Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter Individuen zu stande kommt und speciell bei *Orbitolites* eine häufige Erscheinung ist, habe ich bei den Radiolarien nicht mit Sicherheit nachweisen können. Doch ist es immerhin möglich, daß das in T.-St. 74 gefundene, nierenförmige Individuum von *Tuscarotta tubulosa* mit 4 Centralkapseln hierher gehört. Meine

ursprüngliche Ansicht (1904), es müsse sich um ein normales Zweiteilungsstadium handeln, habe ich aufgeben müssen (vergl. Syst. Teil, S. 206), und so bleibt wohl nur die Alternative übrig: entweder ist ein nacktes, *Phaeocolla*-ähnliches, in Teilung begriffenes Jugendstadium durch eine verfrüht eingetretene Skelettbildung überrascht worden (S. 207), oder wir haben ein durch unvollkommene Verschmelzung entstandenes Doppelmonstrum vor uns.

Die vorstehende Uebersicht zeigt, daß am Radiolarienskelett Deformitäten der verschiedensten Art auftreten können. Nicht alle sind für die Untersuchung der normalen Entwicklung von direkter Bedeutung, vielmehr kommen in erster Linie nur die Entwicklungshemmungen und die Dislokationen in Betracht. Aber auch die übrigen verdienen Beachtung, da sie doch den einen oder anderen Lichtblick auf das normale Entwicklungsgeschehen und die dabei mitspielenden Faktoren und Einzelprozesse werfen. Ihr Wert dürfte noch größer werden, wenn wir einmal über das, was im folgenden über die Bildung des Radiolarienskelettes mitgeteilt werden kann, um einige kräftige Schritte hinausgekommen sind.

Zwei Bemerkungen allgemeiner Art mögen hier noch ihre Stelle finden.

Zunächst sei noch einmal auf die früher mitgeteilte Beobachtung hingewiesen, wonach Entwicklungshemmungen und Verkrüppelungen aller Art vorzugsweise in den Mischgebieten, d. h. in den Berührungszonen warmer und kalter Strömungen, und überhaupt an den Grenzen der Warmwasserregionen auftreten, ein Hinweis darauf, daß wohl bei der Entstehung der meisten Verbildungen die äußeren Faktoren einen direkten oder indirekten Einfluß ausüben.

Die zweite Thatsache allgemeiner Natur, welche hier Erwähnung finden möge, ist die Erscheinung der Koincidenz der Abnormitäten, d. h. Individuen, welche nach einer Richtung hin eine Deformität zeigen, weisen sehr häufig auch Abnormitäten anderer Art auf.

Beispiele hierfür lassen sich in großer Zahl anführen. Es möge hier nur ein antarktisches Exemplar von *Aulospathis variabilis triodon* (Taf. VII, Fig. 81, 82) erwähnt werden, bei welchem ein Teil der Radialstacheln nach den verschiedensten Richtungen hin vom Typus abgewichen ist: bald zeigen die Terminaläste, bald die Proximaläste ausgeprägte Entwicklungshemmungen, bald macht sich die Tendenz zur Wucherung in einer Vermehrung, bald in einer atypischen Gabelung der Stacheläste geltend. Koincidenzen anderer Art fanden sich nicht selten bei den Tuscaroren: so liegt mir ein kugeliges Exemplar von *Tuscaretta tubulosa* vor, welches außer der weichhäutigen Beschaffenheit und abnormen Gestalt der Schale ein weitklaffendes Peristom und mehrere rudimentäre Stacheln aufweist (Taf. XXX, Fig. 232); eine *Tuscarantha Luciae* mit schräg gestelltem Apikalstachel, mit stark eingeschnürtem Peristomhals und parallel gerichteten Oralstacheln (Taf. XXVI, Fig. 205); ein Exemplar von *Tuscarantha Braueri* mit dreiseitig-pyramidaler Schalengestalt, welches aber nur zwei Aboralstacheln und außerdem ein ganz mangelhaft ausgebildetes Peristom besitzt (Taf. XXV, Fig. 196 u. 197) u. a. Auch bei den Cölodendriden gelangten mehrfach derartige Häufungen von Abnormitäten zur Beobachtung (vergl. Syst. Teil, S. 380).

Die auffälligste und lehrreichste Koincidenz fand sich bei dem schon oben erwähnten Exemplar von *Aulosphaera* sp. vor (Textfig. 175). Hier sind die einzelnen Knotenpunkte nach den verschiedensten Richtungen hin vom *Aulosphaera*-Typus abgewichen, und

zwar stellen sich die Variationen gewissermaßen als Anleihen dar, die bei einer ganzen Reihe näher oder entfernter stehender Tripyleengruppen (Sagosphäriden, Castanelliden, Medusettiden) gemacht worden sind (vergl. Syst. Teil, S. 462).

Erscheinungen der hier besprochenen Art sind auch auf anderen Gebieten beobachtet worden. Es sei nur an die Häufung der „Stigmata" bei erblich belasteten Personen, sowie an die Beobachtungen von Herbst erinnert, welcher bei seinen durch Lithium-Zusatz radiär gemachten Plutei stets auch apikale Defekte fand (vergl. Driesch, 1906, S. 88). Auch de Vries (1901, S. 575; 1903, S. 229) hat auf derartige Koincidenzen aufmerksam gemacht.

In einigen Fällen mag es sich bei einem solchen Zusammentreffen um Korrelationen einfacher Art, um kompensatorische Regulationen, handeln, etwa in dem Sinne, daß „es bei Abnormitäten, die irgendwo ein Plus an Skelett bedingen, wo anders immer ein Minus giebt" (Driesch, l. c.); in anderen Fällen kommen wohl kompliziertere Wechselbeziehungen in Betracht oder, wie vielleicht bei dem vielseitig aberrierten *Aulosphaera*-Skelett, latente Potenzen, welche von der aus der Gleichgewichtslage gebrachten, gewissermaßen nach verschiedenen Richtungen oscillierenden lebenden Substanz entfaltet werden.

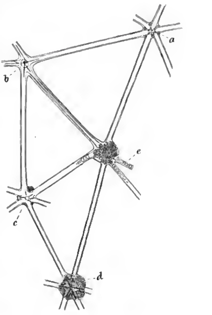


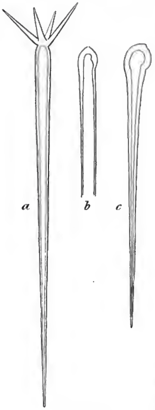
Fig. 175. Abnormes *Aulosphaera*-Skelett aus T.-St. 32. a nahezu normaler Knotenpunkt mit etwas abgehobener äußerer Kiesellamelle. b Anklänge an Castanelliden-Schalen. c und d Anklänge an Sagosphäriden-Skelette. e Kammerung der Balken ähnlich wie bei den Medusettiden.

Die Skelettbildung der Aulacanthiden.

Die ersten, wirklich verwertbaren ontogenetischen, bezw. teratologischen Thatsachen habe ich bei den Aulacanthiden angetroffen. Bezüglich der Einzelheiten der Befunde sei auf den Systematischen Teil (S. 40, 47 ff., 56 ff., 82 f.) verwiesen, hier mögen nur die wesentlichen Beobachtungen und Folgerungen eine etwas allgemeiner gehaltene Zusammenfassung finden.

Vollkommen weichhäutige Skelettteile mit gleichmäßig färbbarer Wandung sind mir bei den Aulacanthiden nicht begegnet. Dagegen fanden sich wiederholt Radialstacheln mit eingeknicktem Schafte (Taf. XLII, Fig. 315) oder mit unregelmäßig verbogenen Aesten (Taf. XLIII, Fig. 317 a), also Bildungen, welche nur während eines weichhäutigen Stadiums infolge von Druck-

wirkungen zu stande kommen können. Ferner liegen mir speciell von *Auloceros* Radialstacheln vor, deren hohle Terminalbildungen eine sehr dünne, ungemein durchsichtige Wandung besitzen und



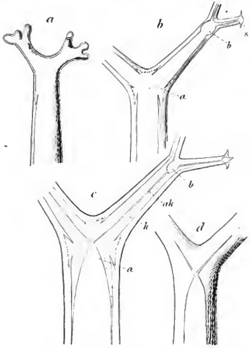


Fig. 177.

Fig. 176. Normale, kuppenförmig abgeschlossene und keulenförmige Stacheln eines Exemplares von *Aulographis stellata* aus T. St. 218.

Fig. 177 a—d. Entwicklung der Radialstacheln von *Auloceros*. a die Terminaläste erscheinen als knopfförmige Ausstülpungen des Stachelendes. b primäre Verkieselung nahezu vollendet. c Beginn der sekundären Verkieselung. d sekundäre Verkieselung nahezu vollendet.

Fig. 176.

daher bei der Herstellung der Präparate vielfach Schaden gelitten haben. Man wird zweifellos zu der Annahme berechtigt sein, daß derartige Stacheln eben im Begriffe sind, den Verkieselungsprozeß auf die Terminalbildungen auszudehnen.

Bei einzelnen dieser dünnwandigen Radialstacheln zeigten die Terminaläste nicht die typische Form, sondern erschienen als knopfförmige Ausstülpungen des Stachelendes (Textfig. 177a). Mag es sich nun in diesen Fällen wirklich um Durchgangsphasen eines rasch verlaufenden Entwickelungsprozesses handeln, die durch die Konservierung gewissermaßen überrascht worden waren, oder mögen die betreffenden Bilder Entwicklungshemmungen darstellen, auf alle Fälle können sie nur in der Weise gedeutet werden, daß die Terminaläste als Ausstülpungen der noch weichhäutigen Stachelanlage ihre Entstehung nehmen.

Das gleiche Ergebnis erhält man bei Betrachtung derjenigen Stacheltypen, welche sei es die Terminal-, sei es die Lateraläste ebenfalls in unausgebildetem Zustande zeigen, dabei aber sowohl am Schaft, wie an den Aesten bereits eine gleichmäßig dicke Kieselwandung aufweisen. Hierher gehören vor allem die kuppenförmig abschließenden, der Terminaläste entbehrenden Stacheln von *Aulospathis* (Textfig. 178a; vergl. auch Textfig. 176b), sowie einige andere Stachelformen mit knopfförmigen oder stark verkürzten Aesten (Textfig. 178b; Taf. VII, Fig. 81 u. a.). Alle derartigen Bilder können aber unmöglich als normale, einer weiteren Entwicklung fähige Stadien, vielmehr sicherlich nur als Hemmungsbildungen betrachtet werden, da ja eine vollständige Verkieselung ein weiteres Wachstum ausschließt, und zwar können sie nur so gedeutet werden, daß in einem weichhäutigen Stadium die Bildung der Aeste, insbesondere der Terminalverzweigungen, auf Grund von Ausstülpungs- und Sprossungsvorgängen zu stande gekommen ist und daß die so gebildeten Apophysen der Stachelanlagen bald etwas früher, bald etwas später dem Verkieselungsprozeß anheimgefallen sind.

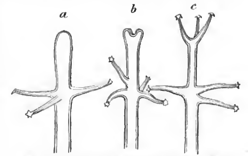


Fig. 178a–c. Kuppenförmiger Stachel, Stachel mit rudimentären Terminalästen und normaler Radialstachel von *Aulospathis variabilis triodon*.

Alle diese Beobachtungen und Betrachtungen führen also zunächst zu folgenden Anschauungen über die erste Entstehung der Aulacanthidennadeln:

Als Ausgangspunkt haben wir uns eine längsgestreckte, dünnhäutige, wahrscheinlich mit einer gallertartigen Flüssigkeit gefüllte Blase vorzustellen, welche wir uns mit Immermann als eine in die Länge gezogene Gallertvakuole denken können. Möglicherweise verdankt diese, wie Immermann meint, ihre Form einem mechanischen Zug, indem sie in centrifugaler Richtung durch die sich ausstreckenden Pseudopodien, in centripetaler durch die Kohäsion des gesamten Weichkörpers spindelförmig ausgezogen wird; vielleicht wird auch ihre Gestalt durch zunächst ausgeschiedene und später resorbierte Achsennadeln (Primitivnadeln) bestimmt, worauf die Verhältnisse bei *Auloklептes* und bei den Aulosphäriden hinweisen; oder aber es kommt allein das Eigenwachstum der plasmatischen Hülle, der Vakuolenhaut, als formbildender Faktor in Betracht (1905, S. 366). Welche dieser drei Möglichkeiten thatsächlich

bei der ersten Entstehung der häutigen Stachelanlagen zutrifft, mag zunächst dahingestellt bleiben, jedenfalls wird man die Bildung der Aeste auf Ausstülpungs- und Sprossungsprozesse zurückführen müssen, welche ihren Sitz ausschließlich in der plasmatischen Vakuolenhaut haben.

Wir sind gewöhnt, bei höheren Organismen die Sprossungsvorgänge im wesentlichen durch ungleichmäßige Zellteilungsvorgänge zu erklären. Neben dieser histonalen Sprossung, für welche die Bildung des Cerviden-Geweihes als Beispiel angeführt werden mag, besteht bekanntlich eine zweite Form in Gestalt der syncytialen Sprossung. Die bekanntesten Beispiele hierfür bilden die Schlauchalgen oder Siphoneen (*Caulerpa*, *Vaucheria*), die Bakterienpilze oder Myxobakterien, sowie die Amöbenpilze oder Acrasieen. Bei der Skelettbildung der Tripyleen und speciell der Aulacanthiden handelt es sich nun um eine dritte Form, die man, weil sie sich auf einzelne Teile von Zellen erstreckt, als intracelluläre Sprossung bezeichnen kann und welche in der Entwickelung mancher pflanzlicher Haargebilde oder des Nesselfadens der Cnidarier eine Art Seitenstück findet (1906b, S. 45). Auf alle Fälle haben wir es bei der Sprossung mit einem physiologischen Vorgang zu thun, der mit der Kristallbildung und speciell mit der Entstehung der skelettähnlichen Kristallformen (Schneekristalle) nur eine äußerliche Aehnlichkeit hat.

Eine ganze Reihe von Bildern weist nun ferner darauf hin, daß der Verkieselungsprozeß bei *Auloceros* und *Aulographis* auf zwei Hauptphasen verteilt ist. In der ersten Hauptphase (Textfig. 177b), welche als Phase der primären Verkieselung bezeichnet werden kann, erhält zunächst der größte Teil des Nadelschaftes seine Kieselrinde (primäre Kieselrinde), während die Terminalbildungen noch von einer verhältnismäßig dünnen Schicht umgeben sind und insbesondere die alleräußersten Endverzweigungen, so die fingerförmigen Spitzen spathillenloser Terminaläste und die Scheiben der Spathillen, nur eine äußerst zarte, sehr vergängliche Hülle besitzen (Textfig. 177b, *s*). Insbesondere bleibt auch die Spitze des Schaftes (Textfig. 177b, *a*) sowohl hinter den übrigen Schaftteilen, wie hinter den Basen der Hauptäste in der Verkieselung zurück, so daß an dieser Stelle der Hohlraum kugelartig erweitert zu sein pflegt. Diese Ungleichmäßigkeit wurde ebenso bei *Auloceros* wie bei *Aulographis* beobachtet (Taf. XLII, Fig. 311, 312). Auch an den sekundären und tertiären Astverzweigungen von *Auloceros* bleiben zunächst derartige Hohlräume ausgespart (Textfig. 177b, *b*) und ebenso stellt sich, wie bereits angedeutet wurde, die Anlage der Spathillenscheibe als ein dünnwandiges Bläschen dar, welches die Form der größeren Hohlkugeln kopiert (Textfig. 177b, *s*).

Schon während der ersten Hauptphase pflegt der Hohlraum der Terminaläste mit einer körnigen Masse angefüllt zu sein, welche den Ausgangspunkt für die sekundäre Verkieselung bildet (Textfig. 177c, *k*). In der Regel bleiben aber wenigstens einige der kugelförmigen, an den Gabelungsstellen ausgesparten Räume (*b*) und ebenso je ein centraler, die Terminaläste durchlaufender und meist mit den Kugelräumen kommunizierender Achsenkanal (*ak*) von der körnigen Substanz frei. Ueber das Lumen des Stachelschaftes wölbt sich die letztere in Form eines gotischen Spitzbogens herüber (*a*).

Die Schlußphase der sekundären Verkieselung, nämlich die Homogenisierung dieser körnigen Grundsubstanz, scheint gleichzeitig sowohl am Schaftende und in den Terminalbildungen vor sich zu gehen (Textfig. 177d), nur die Anlagen der Spathillen bleiben zurück, und ebenso

findet die vollkommene Zudeckung der Achsenkanäle und der kugeligen Räume an den sekundären und tertiären Verzweigungsstellen offenbar erst etwas später statt. Ist die sekundäre Füllmasse homogen geworden, so erscheint sie in der Regel mit der primären Kieselrinde vollkommen amalgamiert, so daß dann die Hartsubstanz der Aeste einen durchaus massiven Charakter zeigt.

In Bezug auf die Spathillen soll noch hinzugefügt werden, daß die Häkchen als winzige Ausstülpungen des vorerwähnten dünnwandigen Endbläschens auftreten (Textfig. 177b, s) und demnach als äußerste Endverzweigungen des Stachels aufzufassen sind, worauf übrigens schon die vergleichend-morphologische Betrachtung mit Sicherheit hinweist. Die Verkieselung der Häkchen tritt früher ein als die des Endbläschens (Textfig. 177c), und da die Membran des letzteren außerordentlich dünn, vielfach kaum erkennbar ist, so stellen sich die Häkchen öfters als keilförmige Körnchen dar, welche scheinbar zusammenhangslos um die Spitzen der Endverzweigungen gruppiert sind.

Alles in allem sind bei der Entwicklung der Aulacanthidenstacheln, insbesondere derjenigen von *Aulocerus* und *Aulographis*, vier Hauptphasen zu unterscheiden: 1) Ausscheidung der häutigen Stachelanlage; 2) Sprossung; 3) primäre Verkieselung; 4) sekundäre Verkieselung.

Warum speciell die dünnhäutigen Anfangsstadien im konservierten Material nicht deutlich hervortreten, ist ohne weiteres verständlich, wenn man die außerordentlich zarte Beschaffenheit und den ungenügenden Erhaltungszustand in Betracht zieht, welchen der extrakapsuläre Weichkörper der Aulacanthiden nach Anwendung der verschiedenen Fixierungsmittel zu zeigen pflegt. Insbesondere ist von den extrakapsulären Alveolen niemals eine Spur wahrzunehmen, vielmehr erscheint der Weichkörper, wenn er überhaupt erhalten ist, als eine mehr oder weniger homogene, schwach färbbare Masse, welche nichts von der schaumigen Struktur und den sonstigen Differenzierungen erkennen läßt, die man an der lebenden *Aulacantha* des Mittelmeeres wahrnimmt. Da nun allem Anschein nach auch die häutigen Stachelanlagen nichts weiteres sind als besonders gestaltete, von einer differenzierten, wenn auch sehr dünnen Membran umgebene Alveolen, so ist es nur zu verwundern, daß, allerdings nicht bei den Aulacanthiden, aber doch bei anderen Tripyleen (Astracanthiden, Castanelliden, Cölodendriden) häutige Stachelanlagen überhaupt zur Beobachtung gelangt sind.

Auch der zweite Schritt der Skelettbildung, die intracelluläre Sprossung der von einer differenzierten Vakuolenhaut umgebenen Stachelanlage, muß sehr rasch vor sich gehen, während die beiden Phasen der Verkieselung deutlich auseinanderzuhalten sind. Bei denjenigen Aulacanthiden, welche hohle Terminalbildungen besitzen, kommt die zweite Verkieselung in Wegfall.

Auf das Wesen der einzelnen Prozesse wird im Schlußkapitel dieses Abschnittes nochmals eingegangen werden. Hier möge nur zusammenfassend gesagt werden, daß bei den Aulacanthiden sich der Vorgang der Skelettbildung nicht als ein einfacher Sekretionsprozeß darstellt und daß die Form der Skeletteile nicht durch örtliche Faktoren, nämlich durch die passive Masse der Alveolensubstanz, bestimmt wird, wie dies nach Dreyer anzunehmen wäre, sondern daß ein komplizierter Lebensvorgang vorliegt, der sich aus Sekretions-, Wachstums- und Sprossungsprozessen zusammensetzt und dessen Produkte ihrer Form nach in erster Linie durch specifische Gestaltungstendenzen des aktiven

Protoplasmas, speciell der plasmatischen Hülle der „häutigen Stachelanlagen" bestimmt sind.

Bezüglich mancher Einzelheiten werden diese Sätze durch die Berücksichtigung anderer Tripyleengruppen eine bessere Stütze erhalten müssen, im ganzen ist mir aber keine Erscheinung zu Gesicht gekommen, welche sich nicht vom Boden dieser Anschauungen aus ohne Schwierigkeit verstehen ließe. Vor allem kann für sämtliche, bei den Aulacanthiden vorgefundene Abnormitäten eine einfache Deutung gegeben werden.

Es ist von vornherein zu erwarten, daß bei der Uebereinstimmung, welche die bei *Aulographis*, *Auloceros* und *Aulospathis* gefundenen Bilder miteinander zeigen, die Gattung *Aulokleptes* sich in Bezug auf die Skelettbildung nicht principiell verschieden verhalten werde, wenn auch vielleicht die Benutzung der Fremdkörperunterlagen gewisse Modifikationen zur Folge hat. In der That fanden sich im „Valdivia"-Material bei einer Reihe von *Aulokleptes*-Exemplaren unvollkommen verkieselte Radialstacheln, welche mit den als Entwicklungsstadien zu betrachtenden Nadelzuständen bei *Auloceros* durchaus vergleichbar sind, nur daß die Achse des Stachels von einem Diatomeengehäuse eingenommen wird (Textfig. 179). Man kann an diesen *Aulokleptes*-Stacheln gewöhnlich drei verschiedene Formen oder Aggregatzustände der Kieselsubstanz unterscheiden: das äußere Ende der Diatomeenschale ist unmittelbar von einer sehr feinkörnigen Masse umgeben, welche das nämliche Ansehen darbietet wie die sekundäre Kieselsubstanz zur Zeit ihres ersten Auftretens (Textfig. 179a und b, *a*); die proximalen Wandpartien des Radialstachels werden von einer vollständig hellen, durchsichtigen Kieselsubstanz gebildet *(b)*; während die Wandung des äußeren Schaftendes und der Terminalbildungen aus einer opaken, deutlich geschichteten, einen Stich ins Gelbliche zeigenden Masse besteht *(c)*. Augenscheinlich repräsentieren der feinkörnige und der durchsichtige Zustand Vorstufen des opaken und ebenso dürfte sicher sein, daß die körnige, den Spaltraum zwischen der Kieselrinde und der Diatomeenschale ausfüllende Substanz *(a)* der sekundären Kieselsubstanz von *Auloceros* in ihrer ersten, körnigen Phase (Textfig. 177c, *k*) entspricht. Daraus würde aber hervorgehen, daß auch bei *Aulokleptes* die Verkieselung von außen nach innen und nicht, wie nach der Immermann'schen Hypothese anzunehmen wäre, in umgekehrter Richtung, d. h. unter successiver Ablagerung oberflächlicher Kiesellamellen, stattfindet. Eine weitere Uebereinstimmung mit *Auloceros*

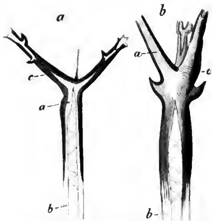


Fig. 179a—b. Entwicklung von *Aulokleptes*. Fremdkörperunterlage: Gehäuse von *Rhizosolenia*.

betrifft die Terminaläste, welche zum Teil noch breite, von Kieselsubstanz vollkommen freie Achsenkanäle und kugelförmige Endbläschen besitzen (Textfig. 179 a), zum Teil aber bereits eine körnige Innenmasse enthalten, welche stellenweise ganz allmählich in die opake, geschichtete Form der Hartsubstanz übergeht (Textfig. 179 a und b).

Aus dieser weitgehenden Uebereinstimmung zwischen den halbverkieselten Stacheln von *Aulokleptes* und *Auloceros* dürfte aber mit Sicherheit hervorgehen, daß die Bildungsweise beider die nämliche sein muß, und so gelangt man zu folgender Gesamtauffassung bezüglich der Entwicklung der *Aulokleptes*-Stacheln: Die vom Weichkörper aufgenommene Diatomeenschale wird zunächst von einer Gallertvakuole eingeschlossen, welche unter Differenzierung einer „Vakuolenhaut" zur häutigen Stachelanlage wird. Indem das distale Ende Sprossen treibt, entstehen die Terminalbildungen, und nun erfolgt, ähnlich wie bei *Auloceros*, eine von außen nach innen und gleichzeitig von den Terminalbildungen gegen das centrale Schaftende fortschreitende Verkieselung.

Auf den ersten Anblick mag es zweifelhaft erscheinen, ob auch die extremen, knospen- und artischockenförmigen Stachelformen von *Aulokleptes flosculus* diesem Bildungsmodus ihre Entstehung verdanken und ob nicht wenigstens bei ihnen in der von Immermann angenommenen Weise ein sekundäres Dickenwachstum auf Grund einer successiven Apposition von Kiesellamellen statfindet. Wenn ich auch diese Möglichkeit nicht ganz auszuschließen vermag, da mir keine entscheidenden Bilder zur Verfügung stehen, so möchte ich meinerseits doch nicht zu dieser Zusatzhypothese greifen, da der Annahme, daß auch diese Stachelformen in ihrer Entwicklung dem *Auloceros*-Typus folgen, keine zu großen Schwierigkeiten im Wege stehen und weil die gleichmäßige Schichtung vieler Stacheln (vergl. Taf. IV, Fig. 43, 45; Textfig. 173) auf eine einheitliche Entstehungsweise des g a n z e n Stachelkörpers hinweist. Der zunächst vielleicht verdächtige Umstand, daß bisher keine Stacheln gefunden wurden, welche als häutige Entwicklungsstadien jener derben Formen aufgefaßt werden könnten, mag wohl damit zusammenhängen, daß die einzelnen *Aulokleptes*-Individuen neben zahlreichen einfachen Nadelformen s t e t s n u r e i n i g e w e n i g e d e r b e S t a c h e l n besitzen, daß also von vornherein eine geringere Wahrscheinlichkeit besteht, auf deren Jugendstadien zu stoßen.

Ist aber die Entstehungsweise der derben Stachelformen die nämliche wie diejenige der einfacheren Typen, so ist die Annahme Immermann's nicht zu halten, wonach die letzteren jüngere Entwicklungsstadien der ersteren darstellen. Vielmehr ist anzunehmen, daß der Typus und die Massenentfaltung der einzelnen Nadel durch die Verzweigungsweise der häutigen Stachelanlage von vornherein festgelegt ist und daß dabei entweder die besondere Beschaffenheit der Fremdkörperunterlage oder der augenblickliche physiologische Zustand des ganzen Weichkörpers oder auch die promorphologischen Verhältnisse des letzteren eine Rolle spielen. Auf die erste Möglichkeit weisen diejenigen Stacheln hin, welche *Aulacantha-* oder *Aulographonium*-Nadeln als Grundlage benutzt haben und in ihren äußeren Umrissen deutlich die Form der letzteren wiedergeben (Taf. IV, Fig. 44, 45; S. 590, Textfig. 173), die zweite Möglichkeit wird durch den Vergleich mit gewissen Abnormitäten von *Auloceros trigeminus* (S. 588) und *Astracantha paradoxa* (S. 596) nahegelegt, die dritte Möglichkeit endlich ergiebt sich aus den regelmäßigen Anordnungsverhältnissen, welche die verschiedenen Nadeltypen bei *Aulokleptes ramosus angulatus* (Taf. IV, Fig. 37) zeigen.

Immermann hat ferner die Hypothese ausgesprochen, daß innerhalb der Familie der Aulacanthiden das Verhalten bei *Aulokleptes* ein primitives sei, d. h. ursprünglich hätte sich die Stachelbildung stets an eine Fremdkörpergrundlage angeschlossen, und die Aulacanthiden würden erst im Laufe ihrer Stammesentwicklung allmählich dazu gelangt sein, sich von einer solchen zu emancipieren und die durch die Gestalt der Fremdkörper und der Pseudopodien kausal bestimmte Stachelform nunmehr auch ohne Zuhilfenahme von Fremdkörpern herzustellen.

Dieser Hypothese gegenüber ist auf die bei den Aulacanthiden weit verbreitete Neigung aufmerksam zu machen, die Radialstacheln anderer Aulacanthiden in ihren Weichkörper aufzunehmen und sie, indem sie dieselben in eine radiäre Stellung bringen, ihrem eigenen Skelette einzuverleiben. Insbesondere findet man bei tropischen Exemplaren von *Aulographis pandora* und *Auloceros arborescens* sehr häufig Nadeln verschiedener *Aulacantha*-Arten, welche genau die nämliche Anordnung und wohl auch dieselbe Funktion wie die eigenen Radialstacheln haben. (Näheres im Syst. Teil, S. 15 f.)

Unter Berücksichtigung dieser Thatsache gelangt man aber, wie ich glaube, zu einer ungezwungeneren Auffassung bezüglich des Verhältnisses von *Aulokleptes* zu den übrigen Aulacanthiden, als dies von der phylogenetischen Hypothese Immermann's aus möglich ist. Offenbar sind, vom vergleichend-morphologischen Gesichtspunkte aus, dem eben beschriebenen Verhalten von *Aulographis* und *Auloceros* diejenigen verhältnismäßig seltenen Fälle anzureihen, in welchen Aulacanthidennadeln von *Aulokleptes*-Individuen aufgenommen und als Grundlage für die eigenen Nadeln benutzt werden, und diese Befunde scheinen mir ihrerseits die Brücke zu bilden, welche hinüberführt zu dem normalen Verhalten der *Aulokleptes*-Arten, bei denen, wie gezeigt wurde, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Diatomeengehäuse als Fremdkörpergrundlage Verwendung finden. Wir hätten also eine Reihe, in welcher *Aulographis* und *Auloceros* mit einverleibten Aulacanthidennadeln den Anfang, die *Aulokleptes*-Individuen mit Aulacanthidennadeln die Mitte und die *Aulokleptes*-Individuen mit Diatomeengehäusen das Ende bilden. Während nun bei der ersten Gruppe die Aufnahme der Fremdkörper eine mehr zufällige und ihre Einverleibung eine losere ist, findet bei *Aulokleptes* und, wie ich gleich hinzufügen möchte, auch bei *Aulodendron antarcticum* Haeckel (vergl. Taf. X, Fig. 94, 95) die Aufnahme der Fremdkörper in konstanter und gleichzeitig in bestimmt angepaßter Weise statt, indem dieselben in den häutigen Stachelanlagen eingeschlossen und zu ihrer Versteifung benutzt werden.

Danach würde es sich bei *Aulokleptes* nicht, wie Immermann will, um ein ursprüngliches Verhältnis, sondern um eine sekundäre Anpassung handeln, und die Aufnahme der Fremdkörper würde weniger einen ätiologischen, als einen teleologischen Sinn haben. Dieses Verhältnis würde das gleiche bleiben, falls die schon früher angedeutete Vermutung zuträfe, wonach die Anlagen der Aulacanthidennadeln, ähnlich wie die der Skelettteile der Aulosphäriden, von „Primitivnadeln" ihren Ausgang nehmen. Denn in diesem letzteren Falle dürfte es sich bei *Aulokleptes* und *Aulodendron* nur um eine Substitution der autogenen durch eine fremde Nadelgrundlage handeln.

Auf einen Punkt von entwicklungsphysiologischem Interesse möge hier noch besonders aufmerksam gemacht werden, nämlich auf die vollkommene Einverleibung oder Amalgamierung, welche die Substanz der aufgenommenen Fremdkörper erfährt. Ebenso wie bei den Stacheln von *Auloceros* die sekundäre Füllsubstanz nur in statu nascendi scharf von der primären Kieselrinde getrennt zu sein pflegt, später aber mit letzterer in der Regel zu einer homogenen

Masse verschmilzt, so werden auch die von *Aulokleptes* und *Aulodendron* aufgenommenen Aulacanthiden-Nadeln und Diatomeengehäuse vollkommen der von außen nach innen an sie herantretenden Füllsubstanz einverleibt (vergl. Taf. IV, Fig. 44, 45; Taf. X, Fig. 94; Taf. XLIII, Fig. 319, 220 u. a.). Allerdings kommt ihre Form noch in dem definitiven Stachellumen in klarster Weise zum Ausdruck, und auch die Teilungsnarben und einige andere Strukturverhältnisse der Diatomeenschalen bleiben vielfach noch erhalten, aber die Substanz der Fremdkörper verschmilzt so vollkommen mit der sekundären Kieselsubstanz des *Aulokleptes*- oder *Aulodendron*-Stachels, daß von einem doppelten Schalenkontur in der Regel nichts mehr zu sehen ist. Ein ähnlicher Verschmelzungsprozeß wird uns bei den Aulosphäriden und Sagosphäriden begegnen.

Im Anschluß an die Skelettbildungsvorgänge der Aulacanthiden sei kurz der bei den Astracanthiden gemachten Beobachtungen gedacht, insbesondere eines Exemplares von *Astracantha paradoxa* mit weichhäutiger, färbbarer Stachelwandung und mit ebenfalls färbbarer Gallertfüllung (Syst. Teil, S. 384, Textfig. 49). Da bei einem Exemplar einer anderen Astracanthiden-Art (Taf. LXXII, Fig. 532) deutliche Anzeichen eines sekundären Verkieselungsprozesses zu erkennen waren, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß bei den Astracanthiden der Verlauf der Skelettbildung der nämliche ist, wie bei den Aulacanthiden.

Dasselbe muß aber auch, wie eine Reihe von Einzelbeobachtungen erschließen läßt (Syst. Teil, S. 355), für die radiären Skeletteile der Cölodendriden gelten. Es scheint ja an unser Vorstellungsvermögen eine außerordentliche Zumutung gestellt zu werden, wenn wir uns die Entstehung der reich und gesetzmäßig verzweigten Dendriten und Griffel beispielsweise eines *Coeloplegma* (Taf. LXVI, Fig. 496) oder *Coelanthemum* (Taf. LXVIII, Fig. 507) in der Weise denken sollen, daß eine „häutige Stachelanlage" von der Gestalt einer länglichen, plasmaumhüllten Gallertvakuole gewissermaßen blitzartig nach allen Richtungen, aber in bestimmter Folge und nach bestimmten Größen- und Verzweigungsverhältnissen ihre Primär-, Sekundär- und Tertiäräste ausbreitet. Auch mag es vorläufig als eine Hyothese von sehr geringer Erklärungskraft erscheinen, wenn wir annahmen, daß alle diese komplizierten Gesetzmäßigkeiten in der Verzweigung des Cölodendridenskelettes in letzter Linie in der specifischen Konstitution, im hypermolekulären Aufbau des Plasmas der Vakuolenhaut begründet sein müssen.

Und doch bleibt, soviel ich sehe, kein anderer Ausweg übrig. Ein Versuch, die Gerüstbildungsvorgänge nach dem Vorgang von Dreyer unmittelbar auf die Kräfte und Gesetze der Flüssigkeitsmechanik zurückzuführen, versagt ja bei den Cölodendriden und überhaupt bei allen höher organisierten Tripyleen vollständig. Selbst wenn man zugiebt, daß die Verhältnisse verwickelter sein müssen, als bei allen anderen Radiolarien, und daß „der Stoffaustausch zwischen den verschiedenen Partien des Sarkodekörpers und zwischen diesem und dem umgebenden Medium stärker und reger sein wird und Schichtenbildung, Diffusionsströmungen, Entmischungsvorgänge, Tropfenausscheidung und Blasenbildung, lokale und totale Schwankungen der Oberflächenspannung etc. etc. in der mannigfachsten Weise ineinander greifen" (Dreyer, 1892, S. 402), selbst dann wird man ja, wie bereits oben (S. 588) ausgeführt worden ist, auch von der Unterlage der Dreyer'schen Hypothese aus unmittelbar vor die „große physiologische Unbekannte", vor das Rätsel der specifischen Konstitution des formgestaltenden Protoplasmas geführt.

Nun weisen aber gerade die immer wieder citierten Einzelbefunde aus dem normalen und abnormen Entwicklungsvorgange der Cölodendriden und aus demjenigen vieler bedeutend einfacher

gebauter Tripyleen mit Bestimmtheit darauf hin, daß schon die Unterlage und der Ausgangspunkt der Dreyer'schen Hyothese wenigstens bei den Tripyleen verlassen werden muß und daß die Gestalt des Tripyleenskelettes nicht durch die Umgebung, durch ein als Gußform dienendes Negativ bedingt sein kann, sondern nur durch specifische Potenzen, die in der Stachelanlage selber gelegen sind und in charakteristischen intracellulären Wachstums- und Sprossungsvorgängen zum Ausdruck kommen. Indem es wahrscheinlich gemacht wurde, daß auch für die am höchsten specialisierten Cölodendridenskelette diese Verhältnisse Gültigkeit haben, scheint mir doch wenigstens ein kleiner Fortschritt in der Erkenntnis angebahnt zu sein, auch wenn wir uns vom Boden unserer heutigen Kenntnisse aus den Entwicklungsverlauf im einzelnen nicht auszudenken vermögen.

Im übrigen würden ja die hier vermuteten Vorgänge und Beziehungen keineswegs ganz isoliert und ohne Analogien dastehen. Erinnern wir uns zunächst daran, daß die kompliziert gebauten Griffel einer *Coelographis* oder eines *Coelanthemum* durch alle Uebergänge mit den regelmäßig dichotomisch verzweigten Dendriten anderer Formen verbunden sind und daß nicht selten beide Bildungen, sei es in Form individueller Abweichungen, sei es abnormerweise, vikarierend füreinander eintreten können (vergl. Syst. Teil, S. 345 f.), so daß also ein prinzipieller Unterschied in der Entstehungsweise der beiden Extreme jedenfalls nicht angenommen werden kann! Nun giebt es aber doch Bildungen im Tierreich, die ungefähr die Organisationshöhe der Dendriten von *Coelodendrum* haben, zum Teil wohl etwas höher stehen, und für welche mit Bestimmtheit ein freies, von äußerer mechanischer Beeinflussung vollkommen unabhängiges Wachstums- und Sprossungsvermögen angenommen werden muß, wenn wir auch leider noch nicht die Vorgänge im einzelnen, die Zahl der beteiligten Zellen u. s. w. kennen. Es sei nur an manche Arthropodenhaare, z. B. an die gefiederten Borsten eines *Calocalanus pavo* oder *plumulosus*, eines *Encalanus* oder *Augaptilus* erinnert (vergl. Giesbrecht, 1892, Taf. III, Fig. 1, 3, 5; Taf. IV, Fig. 15). Von derartigen Strukturen sind aber, wie mir scheint, auch die am meisten differenzierten Cölodendridenskelette nur graduell verschieden, und, wenn auch natürlich die Mittel der Formbildung in beiden Fällen nicht genau die nämlichen sind, so darf man sie doch wohl unbedenklich als Analogien betrachten.

Skelettbildung der Aulosphäriden und Sagosphäriden.

Die großenteils aus regelmäßigen, gleichseitig-dreieckigen Maschen zusammengesetzten Gitterschalen der Aulosphäriden und Sagosphäriden gehören zu denjenigen Tripyleenskeletten, deren Entstehung vom Boden der mechanischen Gerüstbildungslehre Dreyer's aus schlechterdings nicht begreiflich ist. Abgesehen von den Achsenfäden und anderen feineren Strukturverhältnissen, welche speciell die Aulosphäridenskelette aufweisen und deren Entstehung nur mittelst einer Reihe von Hilfsannahmen erklärt werden könnte, müßte als Ausgangspunkt für die hexagonale Struktur der Gitterschalen eine Anordnung der formbestimmenden Alveolen angenommen werden, welche vollkommen außerhalb der Regeln der Blasenmechanik steht. In der That weisen denn auch eine Reihe von Einzelbefunden, insbesondere auch die gerade bei dieser Gruppe sehr häufigen teratologischen Vorkommnisse, mit Bestimmtheit darauf hin, daß bei der Genese des Aulosphäriden-

und Sagosphäridenskelettes im wesentlichen die nämlichen Bildungsfaktoren eine Rolle spielen wie bei der Entstehung der Aulacanthidenstacheln.

Von Wichtigkeit dürfte vor allem die Beantwortung der Frage sein, ob überhaupt die Aulosphäriden- und Sagosphäridenskelette bei der entwicklungsgeschichtlichen Betrachtung zusammengefaßt und ob etwa die einen als ontogenetische Durchgangsstufen der anderen betrachtet werden dürfen. Auf den ersten Anblick scheint es, als ob die Sagosphäriden mit ihren massiven, in den Knotenpunkten verschmolzenen Skelettbalken (S. 488, Textfig. 114), wie dies auch Haeckel meint, einen primitiveren Typus darstellen als die Aulosphäriden mit ihren hohlen, von einem Achsenfaden durchzogenen und durch kunstvolle Gelenke miteinander verbundenen Kieselröhren (S. 486, Textfig. 111). Indessen ergiebt sich aus einigen Befunden mit größter Wahrscheinlichkeit, daß das Gegenteil richtig ist. Ein entscheidendes Bild (Taf. XLVIII, Fig. 368; Textfig. 180) hat insbesondere das Skelett einer antarktischen *Sagenoarium*-Art geliefert, welches hinsichtlich der Beschaffenheit der Knotenpunkte durchaus den Charakter einer Sagosphäride aufwies, dabei aber zahlreiche hohle, von einem Achsenfaden durchzogene Skelettbalken und Radialstacheln besaß. Allerdings kommt es auch vor, daß umgekehrt Aulosphäridenskelette in einzelnen Knotenpunkten Anklänge an die Sagosphäriden zeigen (Textfig. 175), indessen kann es bei einem Vergleich aller Vorkommnisse kaum einem Zweifel unterliegen, daß die ersterwähnte Aberration von *Sagenoarium* mit ihren an *Aulosphaera* erinnernden Charakteren eine Hemmungsbildung oder auch eine normale Durchgangsphase und nicht etwa eine progressive Weiterbildung darstellt und daß also die typischen Sagosphäridenskelette durchweg einen aulosphäroiden Zustand passieren, während andererseits solche Aulosphäridenskelette, welche Anklänge an die Sagosphäriden zeigen, viel eher den Charakter von eigentlichen Monstrositäten haben. Alles in allem würden also die Aulosphäriden gegenüber den Sagosphäriden als jugendlichere Typen zu betrachten sein, ebenso wie z. B. innerhalb der Familie der Aulacanthiden hohle Terminalbildungen einen ursprünglicheren Charakter haben als massive, und ferner darf behauptet werden, daß die Skelette der Aulosphäriden und Sagosphäriden die gleichen ontogenetischen Anfangsstufen durchlaufen.

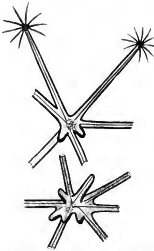


Fig. 180. Knotenpunkte aus einem unfertigen Skelett von *Sagenoarium anthophorum* n. sp.

Speciell für die Aulosphäriden bin ich ferner auf Grund einer vergleichenden Betrachtung aller Abnormitäten zu dem Ergebnis gelangt, daß die einzelnen Tangentialbalken, sowie die Radialstacheln, ähnlich wie die Aulacanthidennadeln, ihrer ersten Anlage nach als selbständige Skelettelemente zu betrachten sind, und ferner, daß ihre Größe und Anordnung durch die

zuerst abgeschiedenen Achsenfäden oder Primitivnadeln bestimmt wird. Die Gründe, welche mir für diese Anschauungen zu sprechen scheinen, sind im Systematischen Teil (S. 105 ff.) ausführlich erörtert worden, hier sei nur auf die überzähligen, versprengten, mit dem Gitterwerk nur lose zusammenhängenden Skelettelemente hingewiesen, welche mit Bestimmtheit für eine relativ unabhängige Entstehung der einzelnen Skelettteile sprechen (Taf. XLV, Fig. 341, 342 u. a.), und andererseits auf gewissse abnorme, „schienengeleisähnliche" Gitterwerke, bei denen die Wandung der Tangentialröhren durch vorspringende Achsennadeln vielfach ausgebuchtet und ausgezogen ist (Textfig. 181 *a*—*c*). Hier wird man kaum die Annahme umgehen können, daß die Achsenfäden oder Primitivnadeln die eigentlich formbestimmenden Elemente darstellen.

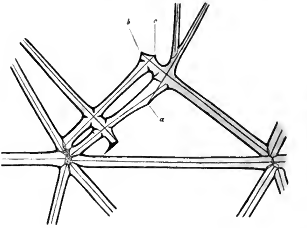


Fig. 181.

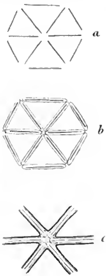


Fig. 182.

Fig. 181. Partie aus einem monströsen *Aulosceno*-Skelett. Bei *a*, *b*, *c* Vorstülpungen der primären Kiesellamelle, durch die vorspringenden Enden der Primitivnadeln hervorgerufen.
Fig. 182. Entstehung des Aulosphäridenskelettes schematisch.

So gelangt man zunächst zu folgender Auffassung bezüglich der Entstehung eines *Aulosphaera*-Skelettes (Textfig. 182): In einer oberflächlichen Schicht des Weichkörpers werden zunächst die Primitivnadeln und zwar wahrscheinlich als außerordentlich feine, hohle Fäden abgeschieden. Diese haben entweder von vornherein eine regelmäßige Anordnung oder werden erst nach ihrer Abscheidung durch richtende Centren (s. unten) in bestimmter Weise orientiert (Textfig. 182 a). Um die Primitivnadeln herum scheiden sich dann Gallertvakuolen ab (Textfig. 182 b), ebenso wie sich bei *Auloklcptes* oder *Aulodendron* um die aufgenommenen Diatomeengehäuse zunächst Vakuolen bilden müssen und ebenso wie im Phäodium der Tripyleen um die als Nahrung

dienenden Fremdorganismen die Phäodellen in Gestalt von Schleimvakuolen abgeschieden werden. Man wird sich zu denken haben, daß zwischen den Kieselnadeln oder Kieselröhrchen und der sie umgebenden Matrixschicht Gallerte seceniert wird und daß diese Gallerte momentan aufquillt, so wie etwa die Gallerte zwischen der Dotterhaut und dem Eikörper des befruchteten Seeigeleies zum raschen Aufquellen kommt. Die Matrixschicht wird nun zur Vakuolenhaut, worauf von seiten dieser die Kieselwandung der Tangentialbalken und Radialstacheln abgeschieden wird. Ueber das Wesen und den Verlauf dieses letzteren Prozesses bin ich zurzeit nicht imstande, Genaueres zu sagen, nur weist die Beschaffenheit der „Gelenkkapseln", durch welche in jedem einzelnen Knotenpunkte die benachbarten Tangentialbalken miteinander verbunden werden (S. 486, Textfig. 111), darauf hin, daß die Lamellenbildung wenigstens in der nächsten Nähe der Knotenpunkte in zwei Etappen vor sich geht (Textfig. 182c).

Es fragt sich noch, was man sich unter den „richtenden Centren" vorzustellen hat. Bei einem Versuch, die regelmäßige Stachelanordnung und die Achsendifferenzierung gewisser Radiolarien zu erklären, hat Dreyer (1892, S. 410) angenommen, daß sich zwischen den Pseudopodien ein „Kampf ums Dasein" abspielt und daß Hand in Hand damit die Verringerung der Pseudopodienzahl so lange weiter geht, „bis eine Anzahl gleich starker, von gleich großen Gebieten umgebener, also möglichst weit voneinander entfernter Pseudopodien resultiert, mit einem Worte, bis das Gleichgewicht hergestellt ist". Durch die Lage der übrig gebliebenen Hauptpseudopodien ist die Anordnung der von ihnen gebildeten Radialstacheln bedingt. In Anlehnung an diese Hypothese Dreyer's könnte man sich denken, daß bei der Bildung des Aulosphäridenskelettes die Durchschnittspunkte der Pseudopodien mit der äußeren Sarkodeschicht zu den Knotenpunkten der Gitterschale werden, daß also die Zahl und Anordnung der Gitterknoten in letzter Linie durch einen Konkurrenzkampf der Pseudopodien bestimmt wird. Indessen müßten in diesem Falle, wie nicht näher ausgeführt werden soll, für eine ganze Reihe von Erscheinungen Hilfsannahmen gemacht werden, so für die nicht-sphärischen (birn- und spindelförmigen) Gehäusetypen, für die Schalen der Sagenoscenen und Sagenoarien mit zwei übereinander liegenden Etagen von Knotenpunkten u. s. w.

Vielleicht darf man daher auch an die Möglichkeit denken, daß die „richtenden Centren", nach welchen sich die Achsenfäden der Tangentialbalken und Radialstacheln orientieren, den Wert von centralkörperlosen oder centralkörperhaltigen „Attraktionssphären" haben, wie sie bei zahlreichen Protozoen zur Beobachtung gelangt sind. Dieser Gedanke liegt, wie mir scheint, deshalb nahe, weil bekanntlich bei Heliozoen *(Acanthocystis)* die Achsenfäden der Pseudopodien (Axopodien), also gewissermaßen die Homologa der radiären Skelettelemente der Radiolarien, sich ebenfalls in einem Centralkorn vereinigen, welches sich bei der Teilung wie ein Metazoencentrosom verhält (Schaudinn, 1896). Danach würde man sich vorzustellen haben, daß die richtenden Centren sich auf Grund eines multiplen Teilungsprozesses, ähnlich dem Zweiteilungsprozeß der Attraktionssphären, bezw. der Centralkörper, vermehren und sich unter gegenseitiger Abstoßung in der Oberflächenschicht des Weichkörpers gleichmäßig verteilen. Daß die Skelettknotenpunkte, welche nunmehr in diesen richtenden Centren ihre Entstehung nehmen, ganz bestimmte Gleichgewichtslagen, nämlich vorzugsweise die Dreiecks- und Viereckstellung einnehmen (Syst. Teil, S. 107), würde sich dann als eine natürliche Folge der gegenseitigen Abstoßung der richtenden Centren ergeben.

Welche der beiden Annahmen die größere Wahrscheinlichkeit für sich hat, möchte ich nicht weiter diskutieren. Möglicherweise sind ja alle derartigen Versuche, die Entstehung und regelmäßige Anordnung der Knotenpunkte der Gitterschalen auf einfachere, „bekannte" Erscheinungen zurückzuführen, von vornherein illusorisch, und wir stehen bereits unmittelbar vor promorphologischen Verhältnissen, welche der direkte Ausdruck der specifischen Konstitution der Sarkode sind. Nur das Experiment würde im stande sein, diese Fragen der Entscheidung näher zu bringen.

Die Untersuchungen über die Entwicklung des Aulosphäriden- und Sagosphäridenskelettes haben so wenig, wie die an den Aulacanthiden gemachten Beobachtungen zu einer vollkommenen Klarlegung der Ontogenese geführt. Immerhin darf wohl als feststehend betrachtet werden, daß auch das Aulosphäriden- und Sagosphäridenskelett seine Entstehung einer Anzahl teils aufeinanderfolgender, teils zusammenwirkender Einzelprozesse verdankt und daß es sich dabei im wesentlichen um die nämlichen Grundvorgänge handeln dürfte, wie bei der Entwicklung der Aulacanthidennadeln. Nur war anzunehmen, daß die Bildung der ersteren von der Abscheidung feiner Primitivnadeln ihren Ausgang nimmt, und ferner daß richtende Centren irgendwelcher Art eine Rolle spielen. Indessen ist der Unterschied vielleicht nicht so groß, wie es auf den ersten Anblick erscheint: denn auf der einen Seite finden sich ja auch bei den Aulacanthiden im Tangentialmantel und in den Stachelhülsen (Syst. Teil, S. 12) Gebilde, die den Charakter der Primitivnadeln besitzen, und im Hinblick auf die Verhältnisse bei *Auloklepes* und *Aulodendron* ist es sogar nicht ganz ausgeschlossen, daß auch bei der Stachelbildung der Aulacanthiden „Primitivnadeln" eine vorübergehende Rolle spielen, auf der anderen Seite kennen wir ja wenigstens einige Aulacanthiden, bei welchen die Radialstacheln und damit die Durchschnittspunkte dieser letzteren und des Tangentialmantels eine mehr oder weniger bestimmte Orientierung haben und bei denen also ebenfalls Lokalisationen und orientierende Kräfte irgend welcher Art anzunehmen sind (vergl. *Auloklepes ramosus angulatus*, Taf. IV, Fig. 37).

Ein ähnlicher Entwicklungsverlauf, wie für das Aulosphäriden- und Sagosphäridenskelett, muß auch für die Cannosphäriden angenommen werden (Taf. XV, Fig. 144, S. 489, Textfig. 115), nur daß hier mit Rücksicht auf die alternierende Besetzung der Knotenpunkte mit Radialstacheln und mit Radialbalken, auf die Ausstattung der Tangential- und Radialbalken mit Ankerfädchen, sowie auf die Beschaffenheit der inneren Schale Einzelprozesse komplizierterer Art vorausgesetzt werden müssen. Abgesehen von den stachellosen Varianten (Taf. XIV, Fig. 143) fehlen mir indessen Bilder, welche für die Beurteilung der ontogenetischen Vorgänge von irgend welcher Bedeutung sein könnten.

Auch für die gemeinsamen Gitterschalen der koloniebildenden Tuscaroriden muß eine homologe Entstehung angenommen werden, indessen fehlen auch hier bis jetzt ontogenetische und teratologische Bilder.

Die Skelettbildung der Castanelliden.

Es war für mich eine große Ueberraschung, bei zahlreichen Castanellidenskeletten Hinweise darauf zu finden, daß die einfache, von rundlichen Poren durchbrochene Gitterschale der Casta-

nelliden (Textfig. 183) den nämlichen komplizierten Entwicklungsvorgängen ihre Entstehung verdankt wie das Skelett der Aulosphäriden mit seinen geraden, hohlen, von Achsenfäden durchzogenen, meist in Form von regelmäßigen trigonalen Maschen verbundenen Tangentialbalken, ja daß man sogar, ontogenetisch betrachtet, die Gitterschale der Castanelliden gegenüber dem Aulosphäridenskelett in einer Hinsicht eher als eine höhere Organisationsstufe zu betrachten hat. Es waren namentlich einige antarktische Tiefseestationen, welche von mehreren *Castanidium*-Arten neben anscheinend normalen ontogenetischen Stadien überaus zahlreiche Aberrationen und Monstrositäten geliefert haben, die vielfach weitgehende Anklänge an die Strukturverhältnisse des Aulosphäridenskelettes zeigten. Andererseits kam mir am Schlusse meiner Untersuchungen ein *Aulosphaera*-Skelett zu Gesicht, welches in einzelnen Knotenpunkten wesentliche Charaktere der Castanellidenschale erkennen ließ (S. 599, Textfig. 175 bei *b*).

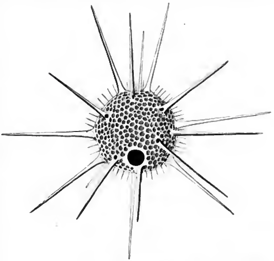


Fig. 183. *Castanidium sol* n. sp.

Unter jenen antarktischen Castanellidengehäusen befanden sich zunächst „weichhäutige“ Formen mit stark färbbarer Schale. Häufig, namentlich auf Schnittbildern (Textfig. 184), war an diesen Schalen eine deutliche Struktur zu erkennen, nämlich ein System von feinen Achsennadeln, welche durchaus den Primitivnadeln der Aulosphäridenschale entsprechen und die Mitte der Gitterbalken einnehmen (Textfig. 184 *a*); ferner die noch färbbare, plasmolytisch geschrumpfte Füllgallerte *(b)*, welche von einer dunkler tingierten Vakuolenhaut *(c)* umgeben war, und eine ebenfalls noch färbbare Grenzlamelle oder Rinde *(d)*, in welcher offenbar noch keine Kieselsubstanz abgelagert war. Relativ häufig fanden sich sodann Stadien, welche ebenfalls noch eine färbbare Beschaffenheit der Skelettteile aufwiesen, daneben aber bereits poröse Kieselein-



Fig. 184. Schnitt durch eine noch weichhäutige Schale von *Castanidium* sp. *a* Primitivnadeln, *b* die geschrumpfte Gallerte, *c* die Vakuolenhaut oder Matrixschicht, *d* die noch häutige Grenzlamelle.

lagerungen erkennen ließen (Textfig. 185). In der färbbaren Achse der Balken waren in der Regel noch die Primitivnadeln deutlich zu erkennen (Textfig. 185 *c*); in einigem Abstand folgte ein hohler, opak oder porös erscheinender Kieselcylinder, welcher mit der sekundären Füllsubstanz der Aulacanthidennadeln zu vergleichen ist *(b)*, während die Grenzlamelle in der Regel, wenn auch nicht immer, homogen verkieselt war und in Oberflächenansicht als ein schmaler, heller, die Poren umfassender Saum erschien *(a)*.

An diesen weichhäutigen und halbverkieselten Skeletten waren vielfach Abnormitäten verschiedener Art, insbesondere verkümmerte Radialstacheln (Taf. XXXVIII, Fig. 291), zu beobachten, und außerdem traten neben ihnen zahlreiche ausgesprochene Monstrositäten auf, so birnförmige Gehäuse mit seitlicher Pylomöffnung (Taf. XL, Fig. 295), Gehäuse mit mehreren Pylomöffnungen (Taf. XL, Fig. 295a), ferner solche mit doppeltem Gitterwerk (Taf. XXXVIII, Fig. 289), mit verkrüppelten Radialstacheln (Taf. XXXVI, Fig. 275, 276), ganz stachellose Formen (Taf. XXXVI, Fig. 277) u. s. w. Es steht deshalb nicht fest, ob jene weichhäutigen Exemplare wirklich normale Entwicklungsstadien oder ob sie Hemmungsbildungen darstellen, jedenfalls weisen sie aber mit Sicherheit darauf hin, daß in den Anfangsphasen der Ontogenese die Castanellidenschale die nämliche Gliederung zeigt und ihre Entstehung den nämlichen Entwicklungsfaktoren und Einzelprozessen verdankt, wie das Aulosphäridenskelett, und dieser Eindruck wird noch verstärkt durch solche Bilder, bei welchen die genannten Einzelstrukturen eine augenfällig geradlinige, wagenspurähnliche Anordnung zeigen (Taf. XL, Fig. 299, 299a, 299b; Textfig. 186) und so an jene schienengeleisartigen Mißbildungen von *Aulosphaera* erinnern, von welchen früher die Rede war (Textfig. 181).

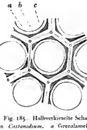


Fig. 185. Halbverkieselte Schale von *Castanidium*. *a* Grenzlamelle oder Rinde, *b* sekundäre Kieselsubstanz, *c* Primitivnadeln.

Faßt man alle genannten Bilder und außerdem die unzweideutig monströsen Vorkommnisse zusammen, so gelangt man zu dem Ergebnis, daß auch die Castanellidenschale einer Kombination von rasch verlaufenden Sekretions-, Quellungs- und Verkieselungsprozessen ihre Entstehung verdankt, also jedenfalls nicht als eine simultan entstandene Gußmasse im Sinne der Dreyerschen Hypothese aufgefaßt werden kann. Als die aufeinander folgenden Elementarprozesse möchte ich dabei betrachten: die Abscheidung der feinen Primitiv- oder Achsennadeln und ihre Orientierung unter der Wirkung richtender Centren (der späteren Knotenpunkte der Gitterschale); die Bildung cylindrischer, gallertiger, die Achsennadeln umschließender und in den Knotenpunkten zusammenfließender „Vakuolen"; einen primären Verkieselungsprozeß, welcher von der die Vakuolen umhüllenden Sarkodehaut (Vakuolenhaut) seinen Ausgang nimmt und zur Bildung der Grenzlamellen (der primären Kieselrinde, Textfig. 185a) führt; einen sekundären und wohl noch einen tertiären Verkieselungsprozeß, welche sich auf die weichen Teile der Balkenmitten (die Markschicht) erstrecken, und von welchen der erstere zunächst zur Bildung hohler, poröser, porzellanartiger Kieselcylinder (Textfig. 185b) führt, der letztere mit der vollkommenen Ausfüllung der Balkenmitten und der Einschmelzung (Amalgamierung) der Achsenfäden abschließt. Nicht selten sieht man übrigens auch Individuen, bei welchen das ganze Balkenmark gleichmäßig von einer porösen, porzellanartigen Masse gebildet

wird, deren Beschaffenheit im Canadabalsampräparat in den mit Luft durchtränkten Schalenpartien (Textfig. 187, links unten) deutlich hervortritt, während in den luftleeren, homogen erscheinenden Schalenteilen vielfach die Achsennadeln zur Ansicht kommen. Die Skelette solcher Exemplare zeigen in ihrer Struktur eine große Uebereinstimmung mit den Tuscaroren- und Circoporiden-Gehäusen.

Gegenüber den Aulosphäridenskeletten treten hauptsächlich zwei Unterschiede hervor, nämlich die mehr unregelmäßige Anordnung der richtenden Centren und die mangelnde Selbständigkeit der einzelnen Skelettelemente. Die letztere Eigentümlichkeit ist wohl so zu erklären, daß die um die Primitivnadeln gebildeten Gallertvakuolen gleich bei ihrer Entstehung in den Knotenpunkten zusammenfließen. Wenn dann die Verkieselung stattfindet, so setzt sich die primäre Kieselrinde als eine kontinuierliche Schicht von einem Balken auf den anderen fort, und da, im Gegensatz zu den Aulosphäriden, gewöhnlich noch eine sekundäre und tertiäre Verkieselung hinzukommt, so erscheinen die Balken der Castanellidenschale schließlich als massive, in gleichmäßiger Krümmung (ohne scharfe Winkel) ineinander übergehende Gebilde.

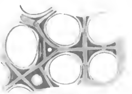


Fig. 186. Halbverkieselte Schale von *Castanidium* mit schienengeleisähnlichen Strukturen.

Daß aber keine prinzipiellen Gegensätze zwischen der Entstehung der Castanellidenschale und derjenigen des Aulosphäridenskelettes bestehen, darauf weisen, worauf nochmals aufmerksam gemacht werden soll, einerseits die Castanellidenschalen mit mehr oder weniger geradlinigen, wagenspurähnlichen Strukturen hin (Textfig. 186), andererseits das wiederholt besprochene *Aulosphaera*-Skelett, bei welchem einzelne Knotenpunkte infolge Zusammenfließens der Tangentialbalken den abgerundeten Charakter eines Knotenpunktes von *Castanidium* erhalten haben (Textfig. 175 b). Diese Abnormitäten, durch welche die Strukturverschiedenheiten zwischen der Castanellidenschale und dem Aulosphäridenskelett wesentlich ausgeglichen werden, zeigen im übrigen, daß der im fertigen Zustand sehr beträchtlich erscheinende Unterschied in erster Linie zurückzuführen ist auf eine verschiedene Oberflächenspannung der Vakuolenhäute. Die Beschaffenheit der Vakuolenhaut bedingt im einen Fall, bei den Aulosphäriden, ein Selbständigbleiben, im anderen, bei den Castanelliden, ein Zusammenfließen der Gallertvakuolen vor Eintritt der Verkieselung, eine Verschiedenheit, auf welche weiter unten nochmals eingegangen werden soll.

Geschlossene Schalen vom Tuscaroren- und Challengeridentypus[1]).

Während die isolierten Kieselröhren der Aulacanthiden, die regelmäßigen Gitterwerke der Aulosphäriden und Sagosphäriden und die porendurchbrochenen Schalen der Castanelliden der ontogenetischen Betrachtung einigermaßen zugänglich waren und den Gang der Skelettbildung wenigstens in seinen allgemeinen Zügen erkennen ließen, sah ich mich außer stande, bei zwei

1) Zur Orientierung in systematischer Hinsicht möge kurz daran erinnert werden, daß die Castanelliden, Circoporiden, Tuscaroriden und Porospathiden als Phaeocalpia, die Challengeriden und Medusettiden als Phaeogromia je eine engere Gruppe bilden.

anderen Haupttypen des Tripyleenskelettes einen genaueren Einblick in den Entwicklungsverlauf zu erlangen, nämlich bei der geschlossenen, „porzellanartigen“ Tuscarorenschale und bei den Challengeridengehäusen mit ihrer „Diatomeenstruktur“. Allerdings liegen mir sowohl von Tuscaroren, wie von Challengeriden häutige, färbbare Skelettzustände vor, aber diese zeigten (wenn es sich nicht, wie z. B. bei einer Tuscaretta, um einen eigentlichen Krüppel handelte) bereits die endgültige Gestalt, und es standen keine Bilder aus dem normalen oder pathologischen Entwicklungsverlauf zur Verfügung, welche auf die während des weichhäutigen Zustandes vor sich gehenden Bildungsvorgänge ein Licht geworfen hätten.

Man wird daher nur die Vermutung aussprechen dürfen, daß wenigstens die porzellanartigen Gehäuse der Circoporiden und Tuscaroriden hinsichtlich ihrer Entstehung in wesentlichen Punkten mit den Schalen der Castanelliden übereinstimmen müssen. Schon die allgemeinen Formverhältnisse, die Beschaffenheit und Insertion der Radialstacheln u. s. w. weisen ja auf eine engere Verwandtschaft dieser drei, von mir in der Unterordnung der Phaeocalpia vereinigten Familien hin (vergl. Syst. Teil, S. 142), und überdies zeigen, wie oben erwähnt wurde, viele Individuen von *Castanidium* (Textfig. 187) auch hinsichtlich der feineren Schalenstruktur eine sehr große Aehnlichkeit mit manchen Circoporiden und namentlich mit den Tuscaroriden: hier wie dort setzt sich die Schale im wesentlichen aus drei Strukturelementen zusammen, nämlich aus der äußeren und inneren Grenzlamelle, der porösen, porzellanartigen Füllsubstanz und aus den tangential gelagerten, feinsten Kieselfäden. Bei den erwähnten Castanidien sind die letzteren etwas unregelmäßig in den Balkenmitten angeordnet (Textfig. 187), bei den Schalen von *Circospathis sexfurca* (Textfig. 188) dagegen, sowie bei den Tuscaroren sind sie innerhalb der porzellanartigen Füllsubstanz in einer einfachen Lage, und zwar näher der inneren als der äußeren Grenzlamelle gelagert. Die Poren der Castanelliden finden überdies in den Basalporen der Circoporidenstacheln ihr unzweifelhaftes Homologon, während allerdings die Porenkanäle der Tuscaroriden nicht ohne weiteres als entsprechende Gebilde betrachtet werden können. Angesichts aller jener strukturellen Uebereinstimmungen wird man in der That von vornherein zu der Auffassung geführt, daß die Schalen der drei genannten Phäocalpienfamilien im wesentlichen auch eine gleichartige Entstehung haben müssen, daß also bei dem Aufbau der Circoporiden- und Tuscaroridenschale nicht bloß die nämlichen Einzelprozesse sich abspielen, wie bei der Entwicklung des Castanellidenskelettes, sondern daß auch die Reihenfolge, in welcher sie ihren Ablauf nehmen, die gleiche ist.



Fig. 187. Schale von *Castanidium* mit Achsenfäden und Porzellanstruktur.



Fig. 188. Durchschnitt durch die Schale von *Circospathis sexfurca*.

Demnach könnte man zu folgenden, zunächst rein hypothetischen Vorstellungen bezüglich der Entstehung der Circoporiden- und Tuscaroridenschale gelangen. Ebenso wie zahlreiche Bilder dafür sprechen, daß beim Aulosphäridenskelett und wahrscheinlich auch bei der

Castanellidenschale die Entwicklung von den feinen Primitivnadeln ihren Ausgang nimmt, so wäre es denkbar, daß auch bei *Circospathis* und bei den Tuscaroren die rätselhafte, außerordentlich dünne Lage von Primitivnadeln, welche im Verhältnis zur Schalendicke viel zu schwach sind, um eine mechanische Rolle zu spielen, irgend eine entwicklungsgeschichtliche Bedeutung habe. Man könnte also die Ansicht haben, daß auch hier zunächst die Abscheidung der Primitivnadeln stattfindet. Ebenso wie ferner die häutigen Skelettanlagen der Castanelliden und Aulosphäriden wahrscheinlich in der Weise entstehen, daß zwischen den Primitivnadeln und ihrer dünnen Matrixschicht Gallerte zur Abscheidung gelangt und so die ersteren von einem cylindrischen Gallertmantel umhüllt werden, welcher seinerseits von der auseinandergedrängten Matrixschicht (Vakuolenhaut) umgeben ist (Textfig. 184), so könnte man sich denken, daß auch bei den Circoporiden und Tuscaroriden zunächst in Anlehnung an die Primitivnadeln, innerhalb ihrer Matrixschicht, eine Schicht Gallerte abgelagert und daß dann unter Verdickung (? Aufquellung) der letzteren die plasmatische Matrixschicht der Primitivnadeln delaminiert, d. h. in eine Matrix für die äußere und eine für die innere Grenzlamelle gespalten wird. Schließlich würde dann die Gallertschicht, ähnlich dem Balkenmark vieler Castanellidenschalen (Textfig. 187), zu einer feinspongiösen, porösen Füllsubstanz verkieseln.

Ich würde große Bedenken tragen, diese rein hypothetische Darstellung überhaupt vorzulegen, wenn nicht die Anschauungen über die Entstehung des Castanellidenskelettes in sehr zahlreichen Einzelbeobachtungen eine kräftige Stütze finden würden, und wenn nicht a priori für sämtliche Phäocalpien ein im wesentlichen homologer Entwicklungsverlauf angenommen werden müßte. Im übrigen würde die hier vorgeführte Skelettbildungsgeschichte in gutem Einklang mit den freilich durchaus hypothetischen Vorstellungen stehen, zu welchen Dreyer (1892, S. 209 ff.) bezüglich der Bildung der Thalamophorenschale gelangt ist. Dreyer nimmt nämlich an, daß bei den Thalamophoren die primäre chitinige Cuticulaschale, unter Zwischenlagerung von kohlensaurem Kalk, in ein äußeres und ein inneres Schalenhäutchen gespalten wird und daß das Dickenwachstum und die Schichtung der Schale auf eine successive, vom äußeren Schalenhäutchen ausgehende und nach innen gerichtete Abspaltung organischer Lamellen zurückzuführen ist.

In welcher Weise die Poren der Tuscaroren zu stande kommen, darüber habe ich mir keine bestimmten Vorstellungen gebildet. Man wird wohl sagen dürfen, daß sie in morphologischer Hinsicht wahrscheinlich nicht ohne weiteres den Poren der Castanellidenschalen und den Basalporen der Circoporiden- und Tuscarorenstacheln gleichzustellen sind, daß sie vielmehr Bildungen mehr sekundärer Art darstellen oder aber den einfacheren Poren der Challengeriden homolog sind. Möglicherweise sind, wie dies von Dreyer für andere Formen angenommen wurde, bei ihrer Bildung die Pseudopodien in mehr oder weniger mechanischer Weise beteiligt.

Ebensowenig bestimmte Angaben, wie über die Entstehung der Circoporiden- und Tuscaroridenschale, vermag ich über die Skelettbildung der Phäogromien, also der Challengeriden und Medusettiden, zu machen. Allerdings wurden speciell bei *Challengeria Naresi* ebenfalls weichhäutige, färbbare Schalenstadien mit weichem, im Präparat geschrumpftem oder gefälteltem Peristom gefunden, aber auch hier besaß die Schale schon die definitive Form und Struktur, trotzdem in einzelnen Fällen die Beschaffenheit der Centralkapsel und des Kernes mit Sicherheit darauf hinwies, daß es sich thatsächlich um ganz junge und zwar um normale Entwick-

lungsstadien handeln mußte. So ist man denn auch bezüglich der Entstehungsgeschichte der Challengeriden- und Medusettidenschalen vorläufig nur auf Vermutungen angewiesen.

Im Hinblick auf die eigenartige „Diatomeenstruktur“ der meisten Challengeriden könnte man zunächst sehr wohl an die Möglichkeit denken, daß der Bildungsmodus einer Challengeridenschale fundamental verschieden von demjenigen der Phäocalpiengehäuse, insbesondere der Castanellidenschalen sei. Indessen ist darauf hinzuweisen, daß sich doch auch viele morphologische Berührungspunkte zwischen den Phäogromien und Phäocalpien vorfinden, so daß auch bezüglich der Entstehungsgeschichte ihrer Skelette keine prinzipiellen Unterschiede zu erwarten sind. Es sei hier in erster Linie an die *Circocastanea margarita* erinnert, eine neue Form, welche zweifellos zu den Castanelliden gehört, bei welcher sich aber außer den gewöhnlichen Poren im Umkreis der Radialstacheln kranzförmig gestellte, vollkommen abgeschlossene Porenräume vorfinden, welche sehr an die „Kämmerchen“ der Challengeriden erinnern (Textfig. 189). Auf der anderen Seite möge hier eine bisher nicht bekannte Challengeride Erwähnung finden, von der ein Schalenbruchstück in T.-St. 149 innerhalb des Phäodiums einer *Aulographis pandora* gefunden wurde, und welche durch ganz außerordentlich große, an die Poren der Castanelliden erinnernde Kämmerchen ausgezeichnet ist (Textfig. 190).

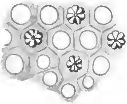


Fig. 189. Schale von *Circocastanea margarita* n. sp.



Fig. 190. Durchschnitt durch die Schale einer neuen Challengeride aus T.-St. 149

Ganz sicher ist es aber, daß folgende Strukturformen der Phäogromien und Phäocalpien einander homolog sind:

dünne Challengeridenschalen mit einer einfachen Lage von kleinen, geschlossenen Kämmerchen („Diatomeenstruktur“ s. str.; *Challengeria xiphodon*, Taf. XLIX, Fig. 378); derbwandige Challengeridenschalen mit strichförmigen (zum Teil beiderseits offenen) Porenkanälen („Palissadenstruktur“; *Challengeria Naresi*, Taf. XLIX, Fig. 377); Peristombildungen der Challengeriden mit cylindrischen Porenkammern (Taf. XLIX, Fig. 377);

dünne Medusettidenschalen mit einer einfachen Lage von kleinen, geschlossenen Kämmerchen („Diatomeenstruktur“; *Medusetta inflata*, Taf. LIII, Fig. 437); derbwandige Medusettidenschalen mit strichförmigen Porenkanälen („Palissadenstruktur“; *Euphysetta amphicodon*, Taf. LIII, Fig. 440; S. 286, Textfig. 32); Peristomkrägen von *Gazelletta*, *Planktonetta*, *Nationaletta* und *Atlanticella* mit grobwabiger (spongiöser) Innenstruktur (Taf. LIII, Fig. 432, 433; Taf. LIV, Fig. 444; Taf. LVI, Fig. 451); Radialstacheln von *Planktonetta* u. a. mit kurzcylindrischen Waben (Taf. LVI, Fig. 451); Radialstacheln von *Atlanticella* mit flaschen- oder taschenförmigen Waben (Taf. LIII, Fig. 433);

dünne Circoporidenschalen mit einer einfachen Lage von kleinen geschlossenen Kämmerchen („feinwabige Struktur“, „Diatomeenstruktur“; S. 174, Textfig. 17a); dicke Circoporiden- und Tuscaroridenschalen mit poröser Füllsubstanz (S. 174, Textfig. 18; S. 616, Textfig. 188);

Castanellidenschalen mit poröser Füllsubstanz (S. 616, Textfig. 187).

Aus dieser Zusammenstellung geht zunächst mit Sicherheit hervor, daß die Strukturverhältnisse der Phäogromien (Challengeriden und Medusettiden) in der That speciell mit denjenigen der Circoporiden und Castanelliden durch alle denkbaren Uebergänge verbunden sind. Ferner ist leicht zu sehen, daß die Grenzlamellen der Phäogromien denjenigen der Phäocalpien entsprechen, während die Kämmerchen und Porenkanäle der Challengeriden nicht, wie vielleicht vom Boden der Dreyer'schen Theorie aus zu erwarten wäre, mit den fensterförmigen Poren der Castanelliden und den Basalporen der Circoporiden zu vergleichen sind, sondern in den kleinsten Wabenräumen der Füllsubstanz der Phäocalpien (Castanelliden, Circoporiden und Tuscaroriden) ihr Homologon haben.

Daraus ist weiter die Annahme abzuleiten, daß die Entstehung des Phäogromienskelettes einen ähnlichen Verlauf nimmt, wie diejenige der Phäocalpienschale, daß also auch bei den Phäogromien innerhalb einer Matrixschicht (primären Schalenhaut) die innere Füllsubstanz der Skelettteile zur Abscheidung gelangt, und zwar bald in Form einer einzigen Lage größerer, gallertiger Tröpfchen (Vakuolen), bald in Form eines plasmatisch- oder vielleicht auch schleimig-gallertigen Schaumes. Durch Einlagerung dieser Substanz wird die Matrixschicht in eine äußere und innere Grenzlamelle gespalten, worauf die Verkieselung sowohl der Grenzlamellen als der Füllsubstanz vor sich geht.

Im einzelnen ist noch folgendes zu bemerken:

Bei den Phäocalpien dürften, wie oben gezeigt wurde, die zarten Primitivnadeln, welche man nicht nur in den Balkenachsen der Castanelliden (Textfig. 187), sondern auch in einem bestimmten Horizonte der Circoporiden- und Tuscaroridenschale (Textfig. 188) findet, den eigentlichen Ausgangspunkt für die Schalenbildung darstellen. Bei den Phäogromien könnte die Schale natürlich sehr gut ohne vorhergehende Abscheidung von Primitivnadeln ihre Entstehung nehmen. Immerhin mag darauf hingewiesen werden, daß sich auch bei ihnen Spuren, bezw. Homologa der Primitivnadeln vorfinden. Als solche sind wohl zu betrachten die fadenförmigen Bildungen, die in der „Embryonalschale" von *Planktonetta* eingeschlossen sind (s. unten, Textfig. 193), und ebenso die „Längsleisten" in den Stacheln von *Planktonetta*, welche an die Achsenfäden der Phäosphärien und Phäocalpien erinnern (Syst. Teil, S. 289f., Textfig. 33). Es wäre also denkbar, daß auch bei den Phäogromien wenigstens einige Strukturverhältnisse von Primitivnadeln ihren Ausgang nehmen, und dieser Gedanke wird besonders nahegelegt durch die morphologische Uebereinstimmung, welche speciell die gekammerten Medusettidenstacheln mit den abnormerweise ebenfalls

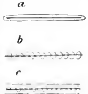


Fig. 191. Entstehung gekammerter Radialstacheln.

gefächerten Tangentialbalken eines aberranten *Aulosphaera*-Skelettes (S. 599, Textfig. 175 bei *c*) zeigen. Bei letzteren könnte angenommen werden, daß die Kammerung in der Weise zu stande kommt, daß die axialen Primitivnadeln nicht simultan und in ihrer ganzen Länge von zusammenhängenden Gallertvakuolen umflossen werden (Textfig. 191 a), sondern daß sich längs der Primitivnadeln einzelne, getrennte Tropfen abscheiden, welche vor Beginn der Verkieselung nicht mehr die genügende Größe erreichen, um miteinander zusammenfließen zu können (Textfig. 191 b, c). In ähnlicher Weise könnte man sich nun denken, daß auch die gekammerten Stacheln der

Planktonetten von isoliert abgeschiedenen Gallertvakuolen ihren Ausgang nehmen, welche perlschnurartig an der den Primitivnadeln homologen „Längsleiste" aneinander gereiht sind (Textfig. 191 b).

In vielen Fällen wird unmittelbar nach der Abscheidung der zunächst gallertigen Füllsubstanz der Verkieselungsprozeß einsetzen: sind größere, isolierte Vakuolen gebildet worden, so werden die Vakuolenhäute, ist ein feintropfiger Schaum entstanden, so werden die schleimigen oder plasmatischen Zwischenwände der Verkieselung unterliegen, in ähnlicher Weise, wie dies Dreyer in seiner Hypothese vermutet. In anderen Fällen ist aber anzunehmen, daß die Gallerttröpfchen, ehe es zur Verkieselung der Vakuolenhäute oder der Zwischenwände kommt, infolge von Wachstums- und Dehnungsprozessen nachträgliche Formveränderungen erfahren können. Wenn z. B. innerhalb der häutigen Anlage einer Challengeridenschale eine einfache Schicht rundlicher Tröpfchen zur Abscheidung gelangt ist und auf diese Weise eine Spaltung der Matrixschicht in zwei Grenzlamellen stattgefunden hat, so kann bei weiterem Auseinanderweichen der Grenzlamellen (d. h. also bei zunehmendem Dickenwachstum der Schalenanlage) eine passive Streckung der sich vergrößernden Vakuolen erfolgen, so daß die strichförmigen Porenkanäle der dickschaligen Formen zu stande kommen. Oberflächenspannungs- und Kohäsionsverhältnisse besonderer Art könnten dann bewirken, daß sich ein Durchbruch der Vakuolen durch die gedehnten und verdünnten Grenzlamellen vollzieht, so daß schließlich aus den geschlossenen Kämmerchen offene Porenkanäle entstehen (Syst. Teil, S. 247, Textfig. 28). In ähnlicher Weise kommen wohl auch die flaschen- und taschenförmigen Kammern der Atlanticellidenstacheln (Syst. Teil, S. 291, Textfig. 34) durch nachträgliche Streckung der in die Länge wachsenden Stachelanlagen zu stande.

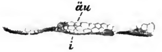


Fig. 192.



Fig. 193.



Fig. 194.

Fig. 192. Durchschnitt durch die Embryonalschale von *Planktonetta*. *i* innere, *äu* äußere Schicht.

Fig. 193. Oberflächenansicht der inneren Schicht der Embryonalhülle von *Planktonetta*.

Fig. 194. Oberflächenansicht der äußeren Schicht.

Ich hatte gehofft, daß bei genauerer Untersuchung der Embryonalhüllen oder, wie ich sie im Systematischen Teile nicht ganz zutreffend nannte, der „provisorischen Kieselhüllen" von *Planktonetta* und *Challengeria* ein Licht auf die Entwicklung der definitiven Phäogromienskelette fallen, und daß es so möglich sein werde, für die oben vorgetragene Skelettbildungshypothese eine festere Basis zu erlangen. Aus diesem Grunde habe ich die genannten Bildungen einer abermaligen eingehenden Untersuchung unterzogen.

Was zunächst die Embryonalhülle der jugendlichen Centralkapsel von *Planktonetta* anbelangt, so ist die früher gegebene kurze Beschreibung (Syst. Teil, S. 302) in folgender Weise zu ergänzen (Textfig. 192—194): Die Hülle besteht aus zwei Lagen, aus einer inneren homogenen bis sehr feinwabigen Schicht, in welcher dünne, kreuz und quer liegende, an die Primitiv-

nadeln der Phäosphärien und Phäocalpien erinnernde Fäden eingelagert sind (Textfig. 192 *i*, 193) und aus einer äußeren grobschaumigen, welche nach außen zu eine unregelmäßige Grenzfläche besitzt (Textfig. 192 *äu*, 194). Die feinere Struktur der äußeren Lage war nicht an allen Stellen die nämliche. Bald enthielten die Wabenräume färbbare, offenbar frisch abgeschiedene Substanzballen, welche sich infolge der Konservierung zu unregelmäßigen Schollen oder Halbmonden zusammengezogen hatten (Textfig. 194 *a*), bald fanden sich in den Wabenräumen Ansammlungen von stark lichtbrechenden Körnchen, welche wohl als Kieselkonkremente angesehen werden dürfen und vielleicht die Bezeichnung „provisorische Kieselhülle“ berechtigt erscheinen lassen (Textfig. 194 *b*). Doch konnte ich die wirkliche Natur dieser Körnchen nicht mit Sicherheit ermitteln.

Während so die Embryonalhülle der Centralkapseln von *Planktonetta* mit ihrem Fadenfilze und ihrer äußeren Schaumschicht immerhin eine weitere thatsächliche Unterlage für meine Skelettbildungshypothese zu gewähren scheint, bin ich bei der abermaligen Untersuchung der „provisorischen Kieselhülle“ der jugendlichen Centralkapsel von *Challengeria Naresi* auf ganz unerwartete, rätselhafte Bildungen gestoßen. Im Schnittbild hatte diese Hülle, wie früher beschrieben wurde (Syst. Teil, S. 250, Taf. LII, Fig. 430), eine ziemlich regelmäßig quergebänderte Struktur gezeigt (vergl. Textfig. 195 *a*), und zwar hatte ich diese Querbänder oder Stäbchen, wegen ihrer tinktionellen Uebereinstimmung mit der häutigen Schalenanlage des gleichen Individuums, als eingelagerte Kieselplättchen gedeutet. Nun gelang es aber, diesen Bildungen in Oberflächenansicht beizukommen (Textfig. 195 *b*), und hier stellte sich die merkwürdige Thatsache heraus, daß diese einer dünnen Membran aufsitzenden Stäbchen oder Plättchen nichts anderes sind, als die Durchschnitte durch mäandrisch gewundene Leisten, welche eine große äußere Aehnlichkeit mit bandförmigen Chromosomen besitzen, nicht bloß hinsichtlich der Färbbarkeit — die peripherischen Schichten erscheinen dunkler gefärbt als die Achse —, sondern namentlich auch bezüglich des gewundenen Verlaufs und der ziemlich gleichmäßigen Abstände, welche die benachbarten Leisten einhalten. Eine entferntere Aehnlichkeit zeigen diese Leisten auch mit den radiären Stützlamellen des Astropylendeckels der Tripyleen. Wie gesagt, sitzen diese Leisten einer deutlichen inneren Grenzlamelle auf. Ob sie auch nach außen zu von einer solchen bedeckt sind, war nicht mit Sicherheit zu entscheiden.

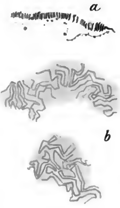


Fig. 195 a—b. Embryonalhülle von *Challengeria*. a Durchschnitt, b Oberflächenansicht.

Ueber die Natur und Entstehung dieser merkwürdigen, im Tierreich wohl einzig dastehenden Membranstruktur kann ich leider nichts aussagen. Jedenfalls handelt es sich aber um eine Bildung ganz anderer Art als bei der häutigen Stachelanlage desselben Tieres, mit welcher im Schnittbild eine große Aehnlichkeit besteht, und es mahnt also dieser Fund zur Vorsicht bezüglich der Homologisierung der verschiedenen, bei den Radiolarien vorkommenden Gerüststrukturen.

Aeussere Mittel der Formbildung.

Schon wiederholt wurden wir vor die Frage hingeführt, inwieweit eine direkte Beeinflussung der Form durch die äußeren (physikalischen und chemischen) Naturfaktoren angenommen werden kann. Insbesondere die bei den Radiolarien verbreitete Erscheinung der Konvergenzentwicklung, sowie das häufige Vorkommen von Mißbildungen in Misch- und Grenzgebieten legen den Gedanken an eine solche unmittelbare Abhängigkeit nahe. Auf diesen Punkt ist von früheren Autoren nur wenig eingegangen worden. Haeckel hat allerdings in einem besonderen Kapitel (1887, 1887a, § 40) von den *mechanischen Ursachen der geometrischen Grundformen* gesprochen, und zwar hält er im speciellen statische Momente, insbesondere das indifferente oder stabile Gleichgewicht des im Wasser schwebenden Organismus, für die causae efficientes. In welcher Weise dies aber gemeint ist, geht nicht ganz deutlich aus den folgenden Abschnitten hervor, jedoch scheint es, als ob sich Haeckel die Wirkung der statischen Momente nicht als eine direkt mechanische Leistung, wie die Wirkung eines Petschaftes auf erweichtes Siegellack, oder wie die künstliche Abplattung einer wachsenden Wurzel durch seitlichen Druck [1]), sondern als eine komplizierte Reizwirkung denkt.

In ausdrücklicher Weise bezeichnet Dreyer (1892, S. 416) die *Oberflächenspannung* als die *unmittelbare* Ursache der Oberflächenveränderungen und Gestaltungsvorgänge im Sarkodekörper. In ihrem *lokalen Auftreten* werde die Oberflächenspannung durch die Gleichgewichtsverhältnisse reguliert, welche aus dem Konkurrenzkampf der Pseudopodien resultieren (s. oben S. 611), *wozu bei Formen mit Achsendifferenzierung als regelnder Faktor noch die Schwerkraft komme*. Bemerkenswert scheinen mir noch folgende Sätze Dreyer's zu sein: „Wo sich während der Lebensgeschichte eines und desselben Individuums in geringerem oder größerem Umfang eine Achsendifferenzierung (und damit eine allmähliche Formveränderung) [2]) abspielt, da wird es vermutlich sogar nur von dem Zeitpunkt der Abscheidung des Gerüstes abhängen, *welche Form* bei dem betreffenden Individuum durch das Skelett fixiert wird. Es braucht dies durchaus nicht immer das Endstadium der Entwicklung zu sein, sondern es können sehr gut auch Durchgangsstadien durch die Gerüstbildung verewigt werden, und möglicherweise kann infolge individueller Schwankungen in dem Zeitpunkt der Gerüstabscheidung dieselbe Art ganz verschiedene Gerüstformen produzieren."

Zu ähnlichen Anschauungen wird man geführt, wenn man beispielsweise sieht, wie von einzelnen Aulosphäriden-, Sagosphäriden- und Castanellidenarten nebeneinander kugelige, eiförmige, birnförmige und andere Gestaltstypen auftreten. Man könnte dabei denken, daß entweder die äußere Form durch die direkte Wirkung der Gravitation auf den flüssigen, tropfenförmigen Sarkodekörper bestimmt wird, oder daß der Sarkodekörper während des Sinkens oder Steigens einem mechanischen Zug ausgesetzt und dadurch in die Länge gezogen wird, so wie z. B. Wasserpflanzen in schnellfließendem Wasser stärker in die Länge wachsen als in ruhigem (O. Hertwig, 1906, S. 470). Auf jeden Fall würde aber anzunehmen sein, daß durch den Zeitpunkt des Verkieselungsprozesses entschieden wird, welches der verschiedenen Durchgangsstadien

1) J. Reinke, Phil. d. Bot., S. 117.
2) Von mir eingefügt.

fixiert wird. Wie weit freilich bei allen derartigen Formen die polaren Differenzierungen des Gesamtkörpers und speciell des Skelettes durch die erblich fixierte Polarität der Tripyleen-Centralkapsel vorbedingt sind, ist eine andere Frage.

Es wurde schon früher darauf hingewiesen, daß die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, den direkten Beziehungen zwischen Form und Außenwelt auch auf experimentellem Wege beizukommen, nämlich durch die Untersuchung der koloniebildenden Polycyttarien mit ihren wechselnden Formverhältnissen. Aber noch von einem anderen Gebiete aus kann vielleicht einmal auf experimentellem Wege diesen Fragen näher getreten werden. Vor kurzem hat E. Reukauf (1905) eine Uebersicht der bei Weimar gefundenen Difflugienformen gegeben. Es ist nun sehr auffallend, wie sehr viele dieser Typen an monaxon- und bilateral-symmetrische Radiolariengehäuse, insbesondere an manche Tuscaroriden- und Challengeridenschalen erinnern, und da nach Angabe Reukauf's bestimmte Typen offenbar an bestimmte Oertlichkeiten gebunden sind, so dürfte der Versuch nicht aussichtslos erscheinen, bei den Difflugien die formbildende Wirkung der äußeren Faktoren festzustellen und von hier aus einige Gesichtspunkte für die entwicklungsmechanische Untersuchung des Radiolarienskelettes zu gewinnen.

Zusammenfassendes über die inneren Mittel der Formbildung.

Das Gesamtergebnis meiner Untersuchungen über die Formbildung am Radiolarienkörper kann ich dahin zusammenfassen, daß die Skelettentstehung der Radiolarien sich nicht als ein einfacher, durch örtliche Faktoren, nämlich durch die passive Masse der Alveolensubstanz, lokalisierter Abscheidungsprozeß darstellt, wie dies nach Dreyer's Hypothese anzunehmen wäre, sondern daß man es mit einem komplizierten Lebensvorgang zu thun hat, welcher sich aus einer Reihe von Sekretions-, Wachstums-, Sprossungs-, Erhärtungs- und Einschmelzungsprozessen zusammensetzt und dessen Produkte ihrer Form nach, soviel wir zur Zeit sagen können, in erster Linie durch specifische Gestaltungstendenzen des aktiven Protoplasmas, speciell der plasmatischen Hüllen der „häutigen Stachelanlagen", bestimmt sind (vergl. 1905, S. 368; 1906b, S. 46).

Man wird bei diesem komplizierten Zusammenwirken einer ganzen Reihe von physikalischen und physiologischen Prozessen an die Verhältnisse bei den Kalkschwämmen erinnert, bei welchen nach Maas (1900a, 1900b) zwei Phasen der Skelettbildung zu unterscheiden sind, von welchen die eine auf einen organisch-cellulären, die zweite auf einen rein chemischen Vorgang zurückzuführen ist.

Im einzelnen kommen bei der Skelettbildung der Tripyleen folgende Mittel der Formbildung in Betracht:

1. **Sekretionsvorgänge.** Daß bei der Entstehung des Radiolarienskelettes Sekretionsvorgänge eine wesentliche Rolle spielen, ist eine feststehende Thatsache. Auch Haeckel und Dreyer haben Prozesse dieser Art zum Ausgangspunkt ihrer hypothetischen Anschauungen gemacht.

Soweit ich sehe, kommen bei der Skelettentwicklung der Tripyleen dreierlei Sekretionsvorgänge in Betracht: die Bildung der Primitivnadeln, die Abscheidung einer gallertigen Vakuolensubstanz und die Ablagerung der Kieselsubstanz, ein Prozeß, der sich seinerseits wieder in mehreren Etappen abspielen kann.

a) **Primitivnadeln** (? Primitivröhrchen). Primitivnadeln sind in den radiären Skelettelementen und innerhalb der Schalen der Phäosphärien und Phäocalpien allgemein verbreitet. Spuren von solchen finden sich auch bei den Phäogromien. Ihnen entsprechende Bildungen sind wahrscheinlich auch die feinen Kieselnadeln (? Kieselröhrchen), welche den Tangentialmantel und die Stachelscheiden der Aulacanthiden bilden. Entfernter stehende Homologa sind wohl die Achsenfäden (Achsennadeln) der Heliozoen, und vielleicht darf auch an die Centralfäden der Kalkschwämme gedacht werden.

Bei den Phäosphärien und bei der Phäocalpienfamilie der Castanelliden besteht eine große Wahrscheinlichkeit, daß von der Bildung der Primitivnadeln die Skelettentwicklung ihren Ausgang nimmt. Ich denke mir dabei die Beziehungen zwischen der Entstehung der Primitivnadeln und der Abscheidung der Vakuolengallerte nicht als einen notwendigen Kausalzusammenhang, in der Art, daß etwa der erstere Vorgang die unvermeidliche Vorbedingung für das Eintreten des zweiten wäre, vielmehr scheinen mir die Primitivnadeln da, wo sie in die Bildung des eigentlichen Skelettes hereingezogen werden, nur die Rolle von vorläufigen Stützen und formbestimmenden Leitbahnen zu haben. Einen Hinweis in dieser Richtung liefern vielleicht die Aulacanthidennadeln, welche in ihrem ganzen Aufbau und in ihrer Verzweigungsweise durchaus mit den Tangentialbalken bezw. Radialstacheln der Aulosphäriden übereinstimmen, nur daß sie keine Achsenfäden besitzen. Man wird wohl in erster Linie daran zu denken haben, daß sich hier — abgesehen von den *Auloklептes*-Nadeln — die Entstehung und eventuelle Streckung der Gallertvakuole ohne Benützung eines besonderen Stützapparates vollzieht. Freilich ist aber auch die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß auch bei den Aulacanthiden Primitivnadeln zunächst zur Abscheidung kommen, später aber, etwa zu Beginn der eigentlichen Verkieselung, resorbiert werden.

b) **Collenchym.** Wohl bei der Bildung aller Skelettformen und Skelettelemente spielt die Abscheidung eines gallertigen Sekretes eine Rolle, welches stofflich wohl mit der Substanz der Gallertvakuolen (extra- und intrakapsulären Alveolen) und gewisser Zustände der Phäodellen übereinstimmt oder diesen nahesteht, im übrigen aber in verschiedenen Modifikationen auftritt. Die gallertige Natur dieser Abscheidungen steht zunächst für die fertigen Aulacanthidennadeln fest (Syst. Teil, S. 13, Anm. 1), sie konnte aber auch bei manchen anderen Formen, so z. B. bei einem jungen Astracanthidenskelett (Syst. Teil, S. 384), aus dem tinktionellen Verhalten des Röhreninhaltes erschlossen werden. Es scheint mir zweckmäßig zu sein, für diese Substanz eine besondere Bezeichnung zu gebrauchen, und zwar möchte ich den Ausdruck Collenchym in Vorschlag bringen. Allerdings wird dieser Ausdruck von den Botanikern in einem ganz anderen Sinne gebraucht, indem damit eine besondere Art von Stützgewebe bezeichnet wird. Indessen giebt es ja eine ganze Reihe von morphologischen Terminis, welche in den beiden Schwesterwissenschaften in verschiedenem Sinne und doch ohne störende Kollisionen gebraucht werden, so daß mir die Einführung des Wortes unbedenklich erscheint.

Die hauptsächlichen Modifikationen, in welchen das Collenchym der Radiolarien und speciell der Tripyleen auftritt, sind folgende:

Bei den Aulacanthiden, Astracanthiden und Aulosphäriden muß es, entsprechend der Gestalt der Skelettelemente, in Form von großen, längsgestreckten, durchaus homogenen, anfangs färbbaren, später wasserklaren „Vakuolen" zur Abscheidung kommen. Ob diese allerdings gleich von Anfang an eine homogene Beschaffenheit besitzen, oder ob, worauf einige seltene Vorkommnisse, z. B. das Bild einer Nadel von *Aulospathis pinus* (Textfig. 196), hinweisen, die große Vakuole durch Zusammenfließen mehrerer kleinerer entsteht, kann ich natürlich nicht entscheiden, immerhin möge diese Form des Collenchyms zunächst als homogenes Collenchym gekennzeichnet werden.

Die palissadenähnlichen Kämmerchen in den Peristombildungen der Challengeriden (Taf. XLIX, Fig. 377) und ebenso die Kammern der Radialstacheln der Medusettiden (Taf. LVI, Fig. 452; Textfig. 140) nehmen, wie gezeigt wurde, wahrscheinlich ihren Ausgang von einzelnen, größeren, waben- oder perlschnurartig angeordneten Vakuolen (s. Textfig. 191 b, c). In diesem Fall möge von einem großtropfigen Collenchym gesprochen worden.

Als Ausgangspunkt für die groben Wabenstrukturen, wie sie sich z. B. in den Peristomkrägen der Planktonetten (Textfig. 140) finden, ist ein grobschaumiges Collenchym mit färbbaren (? schleimigen oder plasmatischen) Zwischenwänden und anfangs färbbaren, später wasserklaren Wabenräumen anzusehen. Ein solches wurde in der That in der in Bildung begriffenen „Embryonalhülle" von *Planktonetta* vorgefunden (Textfig. 192, 194).

Mit beiden letztgenannten Typen ist durch Uebergänge das einschichtige Collenchym verbunden, welches der „Diatomeenstruktur" der Challengeriden- und mancher Medusettiden- und Circoporidenschalen zu Grunde liegt (Textfig. 190) und aus einer einzigen Lage von „Vakuolen" besteht, welche sich zwischen die auseinanderweichenden Lamellen der primitiven Schalenhaut einlagern.

Der feinporösen Füllsubstanz schließlich, welche die beiden Grenzlamellen der Tuscaroriden- und einiger Circoporiden- (Textfig. 188) und Castanellidenschalen (Textfig. 187) verbindet, muß ein feinschaumiges (alveoläres) Collenchym zu Grunde liegen.



Fig. 196. Gekammerter Radialstachel von *Aulospathis pinus*.

c) **Verkieselung.** Der Verkieselungsprozeß tritt uns besonders bei derbstacheligen Aulacanthiden, aber auch bei verschiedenen anderen Tripyleen deutlich in zwei Etappen, bezw. Formen entgegen (S. 600, Textfig. 177 c). Speciell bei ersteren geht die primäre Verkieselung von der Vakuolenhaut oder häutigen Schalenanlage aus, während die sekundäre im Innern der Füllsubstanz ihre Entstehung zu nehmen scheint.

Ueber den genaueren Verlauf beider Einzelprozesse kann ich nichts Bestimmtes aussagen. Vor allem vermochte ich nicht zu entscheiden, inwieweit die primäre Verkieselung auf einer direkten Umwandlung der Vakuolenhaut oder auf einem durch letztere vermittelten Sekretionsprozeß beruht, eine Alternative, vor welche man ja auch bei einer Reihe von anderen Membranbildungen gestellt ist. In einzelnen Fällen schien es, als ob die Vakuolenhaut der häutigen Anlage der Aulacanthidenstacheln eine Spaltung erfährt, in ähnlicher Weise, wie dies für die häutige Anlage der Tuscarorenschale anzunehmen ist, und als ob die Kieselsubstanz zwischen die beiden auseinanderweichenden Lamellen eingelagert werde. So fanden sich z. B. Stacheln von *Aulospathis*, bei welchen die äußerste Schicht der primären Kieselrinde, und solche, bei welchen

die innerste Lage eine noch unvollkommene Beschaffenheit zeigte (Taf. VI, Fig. 68, 69, bezw. Fig. 64), eine Verschiedenheit, die am besten durch die Annahme erklärt werden könnte, daß der Verkieselungsprozeß gleichzeitig von der äußeren und inneren Grenzlamelle seinen Ausgang nimmt.

Auch die Entstehung der sekundären Kieselsubstanz konnte nicht vollkommen aufgeklärt werden. Offenbar ist ihre Bildungsweise eine verschiedene je nach der ursprünglichen Beschaffenheit des Collenchyms: bei Formen mit „homogenem" Collenchym, z. B. bei den *Auloceros*-Nadeln, erscheint die sekundäre Kieselsubstanz wenigstens im Präparat zunächst als eine feinkörnige, (?feinporöse) Masse, welche den Eindruck eines in der Gallerte ausgefällten Niederschlages macht (Textfig. 177 c *k*), während bei Formen mit grob- und feinschaumigem Collenchym einfach eine Verkieselung der Alveolenwände zu erfolgen scheint. In letzterem Falle dürfte die Entstehung der sekundären Kieselsubstanz (Füllsubstanz) im wesentlichen dem von Dreyer angenommenen mechanischen Gerüstbildungsvorgang entsprechen.

2. **Delaminationsvorgänge.** Als ein weiteres Formbildungsmittel wurden in einer zunächst rein hypothetischen Weise Delaminationsvorgänge angenommen, durch welche eine primäre Schalenhaut unter Einlagerung von Collenchym in zwei auseinanderweichende Lamellen gespalten wird. Wie gesagt, liegen keine Bilder vor, welche direkt für das Vorkommen solcher Spaltungs- oder Delaminationsprozesse sprechen, indessen ist wenigstens für die Schalen der Phäocalpien und Phäogromien kaum ein anderer Entstehungsmodus auszudenken.

Schon an anderer Stelle wurde darauf hingewiesen, daß der hier angenommene Spaltungsvorgang physiologisch wohl vergleichbar ist mit der Abhebung der Dotterhaut beim Seeigelei. Namentlich ist an die artificielle Erzeugung zweier Dotterhäute zu erinnern. Die beiden Grenzlamellen mit dem eingelagerten Collenchym würden dann mit den beiden Dotterhäuten und der zwischen beiden befindlichen Gallerte verglichen werden können.

3. **Intracelluläre Sprossung.** Wie aus einer großen Reihe von Befunden mit hoher Wahrscheinlichkeit hervorgeht, kommen die Terminalbildungen der Radialstacheln der Aulosphäriden, Cölodendriden und wohl auch der übrigen Tripyleen durch Sprossung der häutigen Stachelanlage zu stande. Ich nehme an, daß diese Sprossungsvorgänge in der plasmatischen Vakuolenhaut ihren Sitz haben und also durch eine specifische Gestaltungskraft der Sarkode selber bedingt sind. Einzelne Vorkommnisse, so die keulenförmigen Stachelformen von *Aulographis stellata* (S. 600, Textfig. 176 c), welche viel kürzer sind als die normalen, vollkommen ausgebildeten Stacheln (Textfig. 176 a), scheinen dafür zu sprechen, daß diesen Sprossungsvorgängen ein Längenwachstum der ganzen Gallertvakuole vorangeht, in anderen Fällen, so bei den Aulosphäridenskeletten, dürfte die Länge der Tangentialbalken und insbesondere der Radialstacheln schon von vornherein durch die Primitivnadeln bestimmt sein. Hier werden wohl die Wachstums- und Sprossungsvorgänge auf die eigentlichen Terminalbildungen und auf die Seitendornen der Radialstacheln beschränkt sein.

Auch die Entstehung der Spathillen ist in letzter Linie auf einen Sprossungsvorgang zurückzuführen, worauf mehrere Bilder mit Bestimmtheit hinweisen (S. 603). Dasselbe ist wohl auch für die Ankerfädchen und ähnliche specialisierte „Appendicularorgane" anzunehmen.

Sprossungsvorgänge dieser Art sind als intracelluläre Sprossungen zu bezeichnen (1906 b, S. 45; s. oben S. 602). Sie finden in der Entstehung pflanzlicher Haargebilde ein

näheres, in der Bildung hochspecialisierter Chitinhaare, wie z. B. der gefiederten Copepodenborsten, ein entfernteres Seitenstück.

4. **Einverleibungs- oder Amalgamierungsvorgänge**[1]. Ein weiteres formbildendes Mittel besteht in der Amalgamierung, d. h. in der vollständigen Einverleibung von älteren kieseligen Skelettteilen in neugebildete Kieselsubstanz. Hierher gehört die Erscheinung, daß bei den Sagosphäriden und Castanelliden die Primitivnadeln in der Regel vollkommen von der sekundären Füllmasse aufgenommen werden, so daß die Skelettbalken meistens durchaus homogen erscheinen. In ähnlicher Weise werden auch bei *Aulokleptes* die Diatomeengehäuse und besonders die als Fremdkörpergrundlage benutzten Aulacanthidennadeln der von außen nach innen an sie herantretenden kieseligen Füllsubstanz einverleibt. Allerdings kommt ihre Form noch in der Gestalt des definitiven Stachellumens zum Ausdruck (vergl. besonders Taf. IV, Fig. 44), und auch die „Teilungsnarben" der Diatomeenschalen bleiben vielfach noch erhalten, aber im ganzen verschmilzt die Kieselsubstanz der Fremdkörper so vollkommen mit der sekundären Füllsubstanz des Aulacanthidenstachels, daß von einem doppelten Kontur nichts mehr zu sehen ist.

5) Zu den hier aufgezählten Mitteln der Formbildung wären noch die rein hypothetischen **„richtenden Centren"** zu rechnen, durch welche nach unserer Annahme bei den Phäosphärien und Castanelliden das Muster des Schalengitters bestimmt wird. Bei der stereometrischen „Unähnlichkeit", welche zwischen der äußeren Körper- und Skelettform und der Gestalt der Centralkapsel speciell bei den Aulosphäriden und Sagosphäriden bestehen kann, ist es schwer auszudenken, daß die Lage der Knotenpunkte, insbesondere bei den regelmäßigen Dreiecks- und Vierecksstellungen, durch den Kern bestimmt (nach außen projiziert) wird, vielmehr wird man hier wohl an Anordnungs- und Verteilungsvorgänge denken müssen, die in den Außenschichten des Weichkörpers selber ihren Sitz haben und entweder durch einen Konkurrenzkampf der Pseudopodien (Dreyer) oder durch das Spiel und Gegenspiel multipler „Attraktionssphären" bedingt sind (S. 611).

Aus dem Bisherigen dürfte trotz des hypothetischen Charakters, welchen viele Ausführungen naturgemäß tragen, mit Sicherheit hervorgehen, daß in der That die Skelettbildung speciell der Tripyleen kein einheitlicher, ausschließlich als Biokrystallisation oder intracelluläre Sekretion aufzufassender Prozeß ist, sondern daß eine ganze, im Obigen jedenfalls noch nicht erschöpfte Reihe von formbildenden Faktoren zusammenwirkt.

Es fragt sich nun zunächst, ob wir bei der bisherigen Analyse bereits bis zu einfachen chemischen und physikalischen Prozessen vorgedrungen sind, oder ob es sich zum Teil um physiologische oder vitale Faktoren handelt, in dem Sinne, daß eine Auflösung der Einzelprozesse in chemische und physikalische Komponenten zur Zeit nicht möglich ist.

Es ist nun ohne weiteres ersichtlich, daß die meisten der hier aufgezählten Einzelprozesse einen physiologischen oder vitalen Charakter haben. Eine Ausnahme bilden bis zu einem gewissen Grade nur die Amalgamierungsprozesse. Dagegen sind die intracellulären Sprossungs- und die Delaminationsvorgänge als „organismisch" (Rhumbler) zu bezeichnen, und ebenso sind alle Sekretionsvorgänge, nämlich die Bildung der Primitiv-

1) Den früher (1906 *b*) gebrauchten Ausdruck „Umschmelzung" möchte ich, da er zweideutig ist, lieber vermeiden.

nadeln oder Primitivröhrchen, die Abscheidung des Collenchyms und die Ablagerung der Kieselsubstanz, bis jetzt noch nicht der chemischen Analyse zugänglich. Es sind also physiologische Prozesse, von denen wir nur sagen können, daß ihr besonderer Charakter in jedem Falle durch die specifische Beschaffenheit der Sarkode bedingt sein wird. Selbstverständlich ist dabei freilich, daß die secernierten, toten oder dem toten Zustand entgegengehenden Massen von dem Moment an, wo sie entstanden sind, in demselben Maße oder noch mehr den Gesetzen der Oberflächenspannung und der Kapillarität, sowie den für die einzelnen Aggregatzustände geltenden Bedingungen unterworfen sind, wie das Protoplasma selber. Mit diesen physikalischen Gesetzen ist aber „nur ein physikalischer Rahmen aufgezeigt, innerhalb dessen die specifische Formbildung sich abspielt" (Driesch, 1906). Am Ausgangspunkt des Sekretionsvorganges steht jedenfalls ein physiologischer Prozeß. Einige Beispiele sollen dieses Verhältnis illustrieren. Es wurde früher wahrscheinlich zu machen versucht, daß die Entstehung der gekammerten Radialstacheln der Medusettiden ihren Ausgang nimmt von tropfenförmigen Collenchymabscheidungen, welche an den zuvor gebildeten Primitivnadeln perlschnurartig aufgereiht sind (S. 619, Textfig. 191 b). Nehmen wir an, diese Vermutung entspreche wirklich den Thatsachen, so ist es klar, daß die Gestalt der Collenchymtropfen, und damit auch diejenige der Kämmerchen, durch die Oberflächenspannung, bezw. durch die gegenseitigen Druckwirkungen der benachbarten Collenchymtropfen bedingt ist. Also greifen hier rein physikalische Verhältnisse in den physiologischen Prozeß herein. In ähnlicher Weise ist die Porzellanstruktur der Circoporiden- und Tuscaroridenschale bei ihrer Entstehung den Gesetzen der Blasenmechanik unterworfen, da das feinwabige Collenchym, welches die Grundlage für den Aufbau der Porzellanstruktur bildet, eben von diesen Gesetzen beherrscht wird.

Während also die Sekretionsvorgänge, welche bei der Skelettbildung der Tripyleen eine Rolle spielen, physiologische, der chemischen Analyse bis jetzt wenigstens widerstehende Prozesse sind, deren typischer Charakter durch die Specifität der lebenden Sarkode bestimmt wird, so unterstehen die toten oder tot werdenden Abscheidungsprodukte den physikalischen Gesetzen, weshalb die Form des Skelettes durch letztere beeinflußt wird. Nun ist aber nicht bloß der Ausgangspunkt des ganzen Skelettbildungsvorganges ein unbekannter physiologischer, in oder an der lebenden Substanz sich abspielender Prozeß, sondern auch die Intensität und die Richtung, in welcher die physikalischen Gesetze an den toten Produkten wirksam sind, wird durch die specifische Beschaffenheit der lebenden Substanz andauernd reguliert. Gerade die Tripyleen lassen dieses Verhältnis besonders deutlich hervortreten. Man vergleiche z. B. die Skelette der Aulosphäriden und Castanelliden. Bei der ersten Gruppe besteht das Hauptskelett aus lauter einzelnen, hohlen, tangential gelegenen Röhren, welche mit ihren keilförmigen Enden in den Knotenpunkten meist zu sechsen gegeneinander gestemmt sind und so ein regelmäßiges trigonales Maschenwerk bilden (S. 468, Textfig. 111). Bei den Castanelliden dagegen liegt eine runde, von ungleich großen Poren fensterartig durchbrochene Gitterschale vor (S. 613, Textfig. 183). Nach dem früher Gesagten kommt nun das Aulosphäridenskelett wahrscheinlich in der Weise zu stande, daß in der äußersten Schicht des Weichkörpers zuerst ein regelmäßig geordnetes Netz von Primitivnadeln abgeschieden wird und daß sich um die einzelnen Primitivnadeln herum selbständig entstehende Gallertvakuolen bezw. häutige Stachelanlagen bilden (S. 610, Textfig. 182). In den Knotenpunkten findet kein

Zusammenfließen dieser Vakuolen statt, und so stellen sich, nach erfolgter Verkieselung der Vakuolenhaut, die einzelnen Elemente des Skelettes als selbständige Kieselröhren dar. Bei den Castanelliden ist die Entstehung der Gitterschale, wie wir sahen, eine ganz homologe: nur zeigt das Netzwerk von Primitivnadeln von vornherein keine trigonale, sondern eine unregelmäßige Anordnung und die Gallertvakuolen fließen gleich bei ihrer Entstehung in den Knotenpunkten zusammen. Wenn dann die Verkieselung stattfindet, so bildet sich eine kontinuierliche, alle Gerüstbalken umschließende und miteinander verbindende primäre Kieselrinde, und es kommt außerdem gewöhnlich noch eine sekundäre Verkieselung hinzu, so daß die Balken der Gitterschale als ganz massiv erscheinen. Der Unterschied zwischen den beiden Skeletttypen, der im fertigen Zustand ganz erheblich erscheint, kann somit im wesentlichen zurückgeführt werden 1) auf eine ungleiche Verteilung der die Primitivnadeln orientierenden „richtenden Centren“, 2) auf eine verschiedene Oberflächenspannung der Vakuolenhäute, welche im einen Fall ein Zusammenfließen, im anderen ein Selbständighleiben der Gallertvakuolen bedingt, 3) auf eine verschieden weitgehende Verkieselung. Ueber die Anfangsursachen des zuerst genannten Unterschiedes läßt sich zur Zeit wegen des hypothetischen Charakters der „richtenden Centren“ nichts sagen, dagegen handelt es sich bei Punkt 2 um eine graduelle Verschiedenheit eines physikalischen Prozesses, welche ihrerseits entweder in der verschiedenen Masse des abgeschiedenen Collenchyms oder in einer stofflichen Differenz der Vakuolenhaut, in letzter Linie aber jedenfalls in der specifischen Verschiedenheit der lebenden Substanz der Aulosphäriden und Castanelliden begründet sein muß. Bei Punkt 3 spielen ebenfalls wieder graduelle Verschiedenheiten (Intensitätsunterschiede) eines physikalischen Prozesses, nämlich der Ausfällung und Erhärtung der Kieselsubstanz, herein, und auch diese sind in letzter Linie bestimmt durch stoffliche Verschiedenheiten der lebenden Substanz.

Alles in allem werden also die aufeinander folgenden, sich hintereinander auslösenden (epigenetischen) Einzelprozesse auf den einzelnen Etappen immer wieder durch die stoffliche Natur der lebenden Substanz bestimmt, kontrolliert und reguliert. Es läßt sich also bei diesen hochspecialisierten, einzelligen Organismen in besonders schöner Weise eine innige Verbindung und Durchdringung präformativen und epigenetischen Geschehens nachweisen, eine Vereinigung, wie sie neuerdings mehr und mehr auch für die Entwicklung des Metazoenkeimes angenommen wird.

Als eine besondere Eigentümlichkeit, die uns bei der Skelettentwicklung der Tripyleen entgegentritt, ist noch die relative Selbständigkeit der angewandten Mittel der Formbildung hervorzuheben. Sehr deutlich tritt dieses Verhältnis schon bei den meisten Hemmungsbildungen hervor. So kann z. B. bei den Aulacanthidenstacheln die primäre Verkieselung zur Durchführung kommen, ohne daß vorher die Sprossung der häutigen Anlage zur Vollendung gelangt war. Auf der relativen Selbständigkeit der formbildenden Mittel beruht auch zum Teil die Erscheinung, daß innerhalb eines und desselben Formenkreises die demselben zur Verfügung stehenden Charaktere in den verschiedensten Kombinationen, gewissermaßen kaleidoskopisch, miteinander gemischt sein können. Vorkommnisse dieser Art sind namentlich bei den Aulacanthiden, bei den Castanelliden (Syst. Teil, S. 153) und bei den Tuscaroren (1906 b, S. 87; Syst. Teil, S. 213, Fig. 22) zu beobachten. Speciell bei letzteren

kann sowohl der helm- oder schnabelförmige, wie auch der korb- und kelchförmige Peristomtypus mit der circoralen, aboralen und apicalen Stellung der Radialstacheln und ebenso mit den verschiedenen Schalenformen (Birn-, Pyramiden- und Spindelform) kombiniert sein.

Natürlich ist diese Selbständigkeit der Merkmale und damit der formbildenden Mittel keine absolute. Wiederholt wurde schon hervorgehoben, daß bei Abnormitäten und Monstrositäten die Störung des Gleichgewichtszustandes sich gleichzeitig nach sehr verschiedenen Richtungen hin äußern kann, wie dies bereits früher (598) an einigen Beispielen, namentlich an dem wiederholt erwähnten, vielseitig monströsen *Aulosphaera*-Skelett (Textfig. 175), auseinandergesetzt worden ist. Diese Koincidenz der Unregelmäßigkeiten ist aber ein Beweis dafür, daß die verschiedenen Einzelprozesse der Formbildung nur innerhalb gewisser Grenzen unabhängig von einander sind.

In den vorstehenden Ausführungen ist viel Hypothetisches enthalten, und es mag vielleicht der Eindruck entstehen, als sei hier eine stark mit Deduktionen arbeitende Hypothese, nämlich die Dreyer'sche Gerüstbildungslehre, einfach durch eine andere, gleichwertige, auf gleichem schwankenden Boden stehende ersetzt worden. Indessen wird doch als wesentlicher Unterschied anzuerkennen sein, daß aus dem „Valdivia"-Material thatsächlich eine Reihe von entwicklungsgeschichtlichen Daten und außerdem eine große Zahl von ontogenetisch verwendbaren teratologischen Beobachtungen zur Verfügung standen, und ferner, daß kein einziger dieser Befunde meiner physiologischen Skelettbildungshypothese Schwierigkeiten bereitet. Letztere umfaßt also mindestens das ganze Gebiet der Tripyleen, zu welchen die kompliziertesten und am höchsten specialisierten Formen gehören, während der Dreyer'schen Hypothese, wie früher ausführlich erörtert worden ist, gerade in dieser Gruppe sehr enge Giltigkeitsgrenzen gesetzt sind. Inwieweit allerdings meine Hypothese auch für andere Formengruppen der Radiolarien zu Recht besteht, läßt sich zur Zeit nicht sagen. Immerhin scheinen mir einige vereinzelte Gelegenheitsfunde darauf hinzuweisen, daß z. B. auch bei den Spumellarien die Skelettbildungsvorgänge keinen wesentlich verschiedenen Verlauf nehmen.

Im übrigen möchte ich selbstverständlich meine entwicklungsgeschichtliche Darstellung nur als einen ersten Schritt auf einem andern, bisher unversuchten und vielleicht aussichtsreichen Wege betrachtet wissen. Vieles, oder eigentlich das Meiste, ist auf diesem Gebiete noch zu thun: wir wissen z. B. noch nicht, durch welche Faktoren die Zahl der Radialstacheln und ihrer Aeste bedingt ist, wir wissen noch nichts Genaueres über die Chemie aller Vorgänge und noch weniger über die Beteiligung der Kernsubstanz. Aber abgesehen von dem Ergebnisse, daß die Skelettbildung der Tripyleen jedenfalls einen komplizierten Vorgang darstellt, tritt jetzt schon in ziemlich klaren Umrissen und schärfer vielleicht als bei den höheren Organismen, eines der Ziele hervor, welches sich die neuere Entwicklungsmechanik (Entwicklungsphysiologie) gesteckt hat, nämlich die Zurückführung der äußerlich sichtbaren morphologischen Merkmale und Komponenten des Artbildes auf eine Anzahl physiologischer Elementarvorgänge, die sich als besondere Modifikationen der Wachstums-, Assimilations-, Sprossungs- und Abscheidungsprozesse darstellen, und welche ihrerseits wieder in specifischen Qualitäten oder Elementareigenschaften der lebenden Substanz ihre Wurzel haben (vergl. 1906b, S. 50).

Wenn auch aus den mehrfach angeführten Gründen der zur Ermittlung der Skelettbildungsvorgänge eingeschlagene Weg ein anderer sein mußte als derjenige der streng methodisch vorgehenden Entwicklungsmechanik, so decken sich doch insofern die Ziele, als das Ganze der Formbildung nach ROUX und DRIESCH die Produktion sichtbarer Mannigfaltigkeit von einem relativ einfachen Ausgang her bedeutet und demnach als nächstliegende Aufgabe der Entwicklungsmechanik die Auflösung der organischen Form in eine große Reihe formativer Einzeleffekte zu bezeichnen ist.

Nach zwei Richtungen hin ist sogar der Untersucher der Radiolarien und der Einzelligen überhaupt zweifellos im Vorteil gegenüber dem Metazoenforscher: erstens ist die Kette von Ursachen und Wirkungen, welche zwischen der undifferenzierten Anlagensubstanz und der fertigen Form liegt, unverhältnismäßig kürzer, und man kann sich, auch wenn im einzelnen die thatsächlichen Beobachtungen noch nicht ausreichend sind, wenigstens eine annähernde Vorstellung von der Gliederung und Ausdehnung dieser Kette machen; und zweitens liegt die Möglichkeit vor, nicht bloß die Entfaltung der generellen, sondern auch diejenige der specifischen Charaktere von vornherein im Auge zu behalten (1908, S. 360). Und so gebe ich mich der Hoffnung hin, daß die Lehre von der Skelettbildung der Radiolarien, zum Teil vielleicht schon in dem jetzigen unvollkommenen Stadium, jedenfalls aber in einem späteren fertigeren Zustande auch der allgemeinen Entwicklungsphysiologie der Organismen Anregungen und brauchbare Ergebnisse liefern wird.

IV. Abschnitt.

Vererbung und Variation.

Im „Challenger"-Report hebt HAECKEL hervor, daß die Morphologie der Radiolarien eine Fülle von wertvollem Material für die Physiologie der Vererbung darbiete. So werden nach HAECKEL durch die Konstanz, mit welcher sich z. B. die besonderen Strukturverhältnisse der Centralkapsel erhalten, die Gesetze der konservativen Vererbung illustriert, während die einzelnen Skelettteile in ihrer Fortbildung und Rückbildung zahlreiche Beispiele für die progressive Vererbungsweise liefern. Da HAECKEL unter progressiver Vererbung die Uebertragung und Accumulierung erworbener Eigenschaften versteht, so würden also nach ihm die Radiolarien ein besonderes günstiges Objekt für das Studium der Variation und Artbildung darstellen, eine Anschauung, welcher HAECKEL wiederholt auch an anderen Orten einen prägnanten Ausdruck verliehen hat (vergl. S. 479).

Es muß zugegeben werden, daß die Radiolarien in hohem Maße, vielleicht in stärkerem, als die meisten anderen Tiergruppen, die Erscheinung der konservativen Vererbung hervortreten

lassen, insofern ja gerade unter ihnen zahlreiche altertümliche Formenkreise (Familien, Gattungen, Großarten) und viele echte Dauertypen nachzuweisen sind. Auch manche Formen der Variation lassen sich an den Radiolarienskeletten in besonders deutlicher Weise demonstrieren, dagegen kann nicht zugegeben werden, daß unser Objekt gerade für die Lehre von der progressiven Vererbung, also für die LAMARCK'sche Artbildungshypothese, entscheidende Beispiele darbietet. Denn wie heute wohl allgemein anerkannt wird, hängt dies nicht von der größeren oder geringeren Leichtigkeit ab, mit welcher die Formen einer Organismengruppe zu hypothetischen Entwickelungsreihen zusammengeschlossen werden können, sondern ausschließlich davon, ob eine solche Gruppe dem Experimente zugänglich ist.

Dauertypen.

Schon im Systematischen Teil (S. 433) wurde gezeigt, daß fast alle, von der „Valdivia" mittelst tiefgehender Schließnetzzüge erbeuteten Spumellarien und Nassellarien, soweit sie mit einer vollständigen Centralkapsel ausgestattet und demnach als normale, lebenskräftige Tiefenbewohner anzusehen waren, ein verhältnismäßig hohes paläontologisches Alter besaßen. Wenn auch nicht alle diese Formen mit tertiären, kretaceischen und jurassischen Arten vollkommen identisch sind, so ließ sich doch nachweisen, daß die Familien und Gattungen, zu welchen sie gehören, bereits im Tertiär und Mesozoikum durch nahestehende Arten vertreten sind, so daß, wenn auch nicht immer von eigentlichen Dauertypen (d. h. von persistierenden Arten), so doch von altertümlichen Formenkreisen gesprochen werden kann.

Abgesehen von mehreren Lamprocycladiden (Taf. LXXXV, Fig. 593, 596, 598) und zwei anderen, in der Antarktis erbeuteten Cyrtellarien (*Saccospyris antarctica*, Taf. LXXXIV, Fig. 589, und *Peromelissa denticulata*, Taf. LXXXIV, Fig. 582), handelt es sich hauptsächlich um Sphärellarien aus den zu den Familien der Astrosphäriden, Cubosphäriden und Phacodisciden gehörenden Gattungen *Acanthosphaera* (Taf. LXXXIII, Fig. 574), *Hexacontium* (Taf. LXXXIII, Fig. 576) und *Heliodiscus* (Taf. LXXXIII, Fig. 578), sowie aus der Familie der Stylosphäriden sens. lat. (kugelige oder ellipsoidische Sphärellarien mit zwei Polstacheln, Taf. LXXXIV, Fig. 587 u. a.). Außer den Acanthosphären[1]) fanden sich verhältnismäßig häufig noch einige andere Astrosphäriden vor, welche teils wegen mangelhaften Erhaltungszustandes, teils weil die inneren Skelettteile (Markschalen, Radialbalken) durch den Weichkörper verdeckt waren, nicht genauer bestimmt werden konnten, so einige *Haliomma*-ähnliche[2]) Formen, sowie mehrere, durch die Differenzierung von Haupt- und Nebenstacheln gekennzeichnete, ein- bis mehrschalige Formen, welche zu den Gattungen *Heliosphaera*, *Heliosoma* und *Echinomma*[3]) gehören dürften. Da gerade die hier aufgezählten Formen auch in älteren Formationen eine große Rolle spielen, so gebe ich hier, um den Vergleich zu erleichtern, zur Ergänzung der kurzen Beschreibung im Systematischen Teil (S. 437) ein paar offenbar lebend gefundene Formen aus größeren Tiefen

1) Astrosphäriden (d. h. sphärische Formen mit zahlreichen Radialstacheln) mit einer Gitterschale und mit gleichartigen, unverzweigten Radialstacheln.

2) Astrosphäriden mit zwei Gitterschalen und gleichartigen Radialstacheln.

3) Astrosphäriden mit bezw. einer, zwei und drei Gitterschalen und mit Haupt- und Nebenstacheln.

Wenn auch aus den mehrfach angeführten Gründen der zur Ermittlung der Skelettbildungsvorgänge eingeschlagene Weg ein anderer sein mußte als derjenige der streng methodisch vorgehenden Entwicklungsmechanik, so decken sich doch insofern die Ziele, als das Ganze der Formbildung nach ROUX und DRIESCH die Produktion sichtbarer Mannigfaltigkeit von einem relativ einfachen Ausgang her bedeutet und demnach als nächstliegende Aufgabe der Entwicklungsmechanik die Auflösung der organischen Form in eine große Reihe formativer Einzeleffekte zu bezeichnen ist.

Nach zwei Richtungen hin ist sogar der Untersucher der Radiolarien und der Einzelligen überhaupt zweifellos im Vorteil gegenüber dem Metazoenforscher: erstens ist die Kette von Ursachen und Wirkungen, welche zwischen der undifferenzierten Anlagensubstanz und der fertigen Form liegt, unverhältnismäßig kürzer, und man kann sich, auch wenn im einzelnen die thatsächlichen Beobachtungen noch nicht ausreichend sind, wenigstens eine annähernde Vorstellung von der Gliederung und Ausdehnung dieser Kette machen; und zweitens liegt die Möglichkeit vor, nicht bloß die Entfaltung der generellen, sondern auch diejenige der specifischen Charaktere von vornherein im Auge zu behalten (1908, S. 360). Und so gebe ich mich der Hoffnung hin, daß die Lehre von der Skelettbildung der Radiolarien, zum Teil vielleicht schon in dem jetzigen unvollkommenen Stadium, jedenfalls aber in einem späteren fertigeren Zustande auch der allgemeinen Entwicklungsphysiologie der Organismen Anregungen und brauchbare Ergebnisse liefern wird.

IV. Abschnitt.

Vererbung und Variation.

Im „Challenger"-Report hebt HAECKEL hervor, daß die Morphologie der Radiolarien eine Fülle von wertvollem Material für die Physiologie der Vererbung darbiete. So werden nach HAECKEL durch die Konstanz, mit welcher sich z. B. die besonderen Strukturverhältnisse der Centralkapsel erhalten, die Gesetze der konservativen Vererbung illustriert, während die einzelnen Skeletteile in ihrer Fortbildung und Rückbildung zahlreiche Beispiele für die progressive Vererbungsweise liefern. Da HAECKEL unter progressiver Vererbung die Uebertragung und Accumulierung erworbener Eigenschaften versteht, so würden also nach ihm die Radiolarien ein besonderes günstiges Objekt für das Studium der Variation und Artbildung darstellen, eine Anschauung, welcher HAECKEL wiederholt auch an anderen Orten einen prägnanten Ausdruck verliehen hat (vergl. S. 479).

Es muß zugegeben werden, daß die Radiolarien in hohem Maße, vielleicht in stärkerem, als die meisten anderen Tiergruppen, die Erscheinung der konservativen Vererbung hervortreten

Vergleich zwischen der Tiefenfauna und den fossilen Radiolarienfunden auf eine breitere Grundlage zu stellen, und ich habe mich daher bemüht, auch die Arbeiten über ältere, insbesondere über paläozoische Vorkommnisse möglichst vollzählig in die Hand zu bekommen. Es stellte sich nun heraus, daß die Tiefenfauna in noch viel höherem Maße, als ich anfänglich angenommen hatte, einen altertümlichen Charakter besitzt und daß einige zu ihr gehörige Gattungen ausgesprochene Dauertypen (im weiteren Sinne des Wortes)[1]) sind, insofern sie vom Paläozoikum an bis in die Jetztzeit ihren Habitus beibehalten haben.

In wahrscheinlich präcambrischen Schichten von Neu-Süd-Wales haben David und Howchin (1897, Taf. XXXIX) einige Radiolarienfunde gemacht, welche, soviel mir bekannt ist, abgesehen von einigen angefochtenen Beobachtungen Cayeux', die ältesten bisher beschriebenen Vorkommnisse darstellen. Es handelt sich vor allem um sphärische, mindestens zweischalige Formen mit sehr dicken Radialbalken, welche wegen des Mangels an Radialstacheln vermutungsweise zu *Carposphaera* (s. oben) gestellt wurden, aber aus den angeführten Gründen sehr wohl zu den tiefenbewohnenden Astro- und Cubosphäriden Beziehungen haben könnten.

In untersilurischen (ordovicianischen) Schichten von Südschottland fand Hinde (1899, Taf. III, IV) eine Anzahl recht gut erhaltener Sphärellarien. Es treten unter anderem Liosphäriden, Staurosphäriden[2]) und Astrosphäriden (Acanthosphären, Haliommen) auf, deren Identität freilich, wegen der Schwierigkeit, auf Dünnschliffen Schalenform und Stachelzahl festzustellen, nicht immer sicher ist. So könnte vielleicht das *Haliomma vetustum* (Taf. III, Fig. 11) als eine *Heliodiscus*-Art gedeutet werden, und einige andere Formen (Taf. IV, Fig. 5, 10, 11) stehen möglicherweise mit *Hexacontium*-ähnlichen Cubosphäriden oder mit den oben (Textfig. 197, 198) abgebildeten, tiefenbewohnenden Astrosphäriden im Zusammenhang. Jedenfalls wird man Hinde zugeben müssen, daß seine silurischen Formen „do not differ in any striking respect from the existing forms".

Ein ganz ähnliches Bild gewähren nach Rüst (1892) die untersilurischen Schichten von Cabrières (Languedoc). Unter anderem werden erwähnt eine *Cenosphaera* (Taf. VI, Fig. 1), eine *Liosphaera* (Taf. VII, Fig. 6), die sich mit ihrer sekundären, äußeren Rindenschale an mehrere Formen der heutigen Tiefenfauna anschließt (Syst. Teil, S. 431), eine *Acanthosphaera* (Taf. XIII, Fig. 2), ein *Heliodiscus*.

Ueber die von Rothpletz (1892) beschriebene obersilurische Sphärellarie aus Langenstriegis (Sachsen) vergl. den Syst. Teil (S. 443).

In unter- oder mitteldevonischen (? siluro-devonischen) Schichten von Neu-Süd-Wales ist David (1897, Taf. XXXVIII) auf eine Radiolarienfauna gestoßen, welche vorzugsweise aus sehr derbwandigen, mehrschaligen, mit derben Radialbalken und einer verschiedenen Zahl von Radialstacheln versehenen Sphärellarien besteht und mit der Tiefenausbeute der „Valdivia" eine überraschende Aehnlichkeit zeigt.

Ebenso kehren in devonischen Ablagerungen von Neu-Süd-Wales nach Hinde (1899, Taf. VIII u. IX), sowie im mitteleuropäischen und uralischen Devon und Carbon nach Rüst (1892) neben verschiedenen offenbar ausgestorbenen Formen zahlreiche derbwandige Lio- und

1) Als Dauertypen im engeren Sinne würden persistierende Arten, als Dauertypen im weiteren Sinne persistierende Gattungen zu bezeichnen sein.

2) Sphärische Sphärellarien mit 4 kreuzweise gestellten Radialstacheln.

image
not
available

Daß sich freilich trotz der außerordentlichen Konstanz, welche die Organisation der Radiolarien in vielen Fällen zeigt, im Laufe der geologischen Perioden der Bestand der Radiolarienwelt mehrfach verändert hat, und daß sich umfangreiche Artbildungsprozesse vollzogen haben, darauf weist nicht nur die Thatsache hin, daß verschiedene für das Paläozoikum charakteristische Formen später verschwinden (so nach Rüst, 1892, S. 119, manche sehr große und mit starken Kugelschalen ausgestattete Formen, ebenso die Triposphären Hinde's u. a.), sondern daß für einige Gruppen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit ein verhältnismäßig spätes Auftreten nachgewiesen werden kann. So fehlen z. B. in den devonischen Ablagerungen von Neu-Süd-Wales die Cyrtellarien (Hinde, 1899, S. 45), während sie in den mesozoischen und tertiären Schichten sehr zahlreich sind und auch schon in den mitteleuropäischen und uralischen Devongesteinen eine gewisse Rolle spielen (Rüst, 1892), und ebenso scheinen die reicher verzweigten Astrosphäriden (Rhizoplegmen, Spongopilen) erst im Carbon zur Entfaltung gekommen zu sein (Rüst, 1892, Taf. XV, Fig. 1, 2).

Allgemeines über Variabilität.

Der großen Konstanz, mit welcher sich manche Radiolarientypen durch lange geologische Perioden hindurch forterhalten haben, steht in anderen Gruppen eine außerordentliche Variabilität der einzelnen Charaktere gegenüber. Namentlich bei den vielgestaltigen und kompliziert gebauten Skeletten der größeren Tripyleen giebt es wohl kaum ein äußeres, systematisch verwertbares Merkmal, welches nicht, bald in dieser, bald in jener Gruppe in hohem Maße variabel wäre, und auch bei den anderen Radiolariengruppen, welche ich untersucht habe, kehrt diese Erscheinung wieder, wenn ihr auch, entsprechend dem einfacheren Skelettbau, engere Grenzen gezogen sind.

Natürlich ist die Erscheinung der Variabilität, welche bei den Radiolarien wohl deutlicher als bei anderen Protozoengruppen [1]) hervortritt, den früheren Beobachtern nicht entgangen. Vor allem hat Haeckel (Rep., § 156 u. a. a. O.) auf die große Veränderlichkeit vieler Formen und auf das Vorkommen zahlreicher „malae species" oder „Darwin'scher Arten" hingewiesen und darin einen wichtigen Beweis für die allmähliche Transmutation der Arten im Sinne Darwin's gesehen.

Wer heute, 20 Jahre nach dem Erscheinen des Reports, bei der Bearbeitung einer formenreichen Gruppe an das Kapitel der Variation herantritt, der sieht sich vor ein wesentlich komplizierteres Problem gestellt. Denn kein anderes Gebiet der Biologie befindet sich zur Zeit mehr im Stadium der Gärung und Umwälzung als die Variations- und Artbildungslehre. Insbesondere unter dem Einfluß der Arbeiten von H. de Vries sind die Begriffe in den letzten Jahren in mannigfacher Weise geschieden und verschoben worden, und vor allem fehlt dem Oberbegriff, dem der Variabilität selber, eine allgemeiner anerkannte Fassung [2]). Wenn nun auch die Botaniker und Pflanzenzüchter, dank ihrem günstigeren Objekt, bereits beginnen, festeren Boden unter sich zu fühlen, befindet sich die Zoologie noch in den Anfangsstadien der Bewegung.

1) Angaben über Variabilität bei polythalamen Thalamophoren finden sich bei Rhumbler (1901 u. a. a. O.), über die der monothalamen bei Reukauf (1905).

2) So sagt auch H. de Vries (1901, S. 32): „Nichts ist variabler als die Bedeutung des Wortes Variabilität."

Praktisch äußert sich dies darin, daß bei der Behandlung des Gegenstandes die Beobachtungen nicht von vornherein von bewährten Gesichtspunkten aus gruppiert werden können, sondern daß mehr, als dies vielleicht in anderen Kapiteln der Fall ist, die sachliche Aufzählung und Besprechung der Einzelbefunde von ihrer theoretischen Beurteilung getrennt werden muß.

Wir werden daher zunächst mit der Frage zu beginnen haben: welche Charaktere der Radiolarien sind variabel im allgemeinsten Sinne des Wortes, d. h. in der Weise, daß sie innerhalb der kleinsten, noch scharf abgrenzbaren Individuen- und Formengruppen, also der LINNÉ'schen Arten oder Großarten[1]), merkliche Abänderungen morphologischer oder physiologischer Natur zeigen?

Bei dieser Definition dürfte der Begriff „Variabilität", wie ich vorausschicken möchte, alle zur Zeit in Diskussion befindlichen Formen von Variationen und Mutationen umfassen, nämlich die Somationen [d. h. die nichterblichen Ernährungs- und Standortsmodifikationen[2]], die echten Monstrositäten (d. h. die pathologischen Abweichungen, soweit sie nicht als Entwicklungshemmungen einfacherer Art zu betrachten und unter die retrogressiven Mutationen zu zählen sind), die fluktuierenden Variationen, die retrogressiven und degressiven Mutationen, welche vielleicht als Partialmutationen[3]) zusammengefaßt werden können, die Halb- und Mittelrassen DE VRIES' und die Totalmutationen vom *Oenothera*-Typus (progressive Mutationen DE VRIES').

Eine zweite Frage, welche ebenfalls zum Teil noch auf dem Wege der Beobachtung behandelt werden kann, lautet: auf welchen Abweichungen vom normalen Verlauf der Ontogenese beruhen die einzelnen zur Beobachtung gelangten Formen der Variabilität, und durch welche (innere und äußere) Faktoren sind jene Abweichungen bedingt?

Daran reiht sich die dritte Frage: welcher der oben aufgezählten Kategorien sind die beobachteten Variationen einzureihen?, sowie die freilich auf unserem Gebiete nur mit großer Vorsicht zu beantwortende Schlußfrage: welche Variationen sind bei den Radiolarien als artbildend zu betrachten?

Die beobachteten Variationen.

Unter den Variationen im oben erwähnten, allgemeinsten Sinne des Wortes haben einige, nämlich die sämtlichen pathologischen Vorkommnisse (sowohl echte Monstrositäten wie Entwicklungshemmungen), bereits früher eine Besprechung gefunden. Alle anderen Variationen sens. latiss. sollen in folgender Zusammenfassung vorläufig miteinander vereinigt werden, wobei jedoch gleich von vornherein (nicht um einen neuen Vorschlag zu machen, sondern ausschließlich für den augenblicklichen Zweck dieser Arbeit) diejenigen Variationen, welche unter natürlichen Bedingungen auch innerhalb engster Verwandtschaftskreise (bei Geschwistern, bei aufeinander folgenden Generationen) nebeneinander auftreten können, als Variationen ersten Grades (primäre Variationen) bezeichnet werden. In einigen Fällen läßt sich auch bei den Radio-

1) Vergl. H. DE VRIES, 1901, S. 117; FRUHWIRTH, 1905, S. 10; sowie auch DÖDERLEIN, 1902, S. 401.
2) Vergl. PLATE, 1908, S. 52.
3) Vergl. 1908, S. 302. PLATE (1908) hat für diese Gruppe die Bezeichnung Sprungblastovariationen vorgeschlagen.

larien, trotz mangelnder Experimentaluntersuchung, wirklich nachweisen, daß bestimmte Variationen einen primären Charakter haben, dann nämlich, wenn für die Träger dieser Varianten eine genetische Zusammengehörigkeit festgestellt werden kann (Einzeltiere einer Kolonie), oder wenn es sich um sogenannte partielle Variationen handelt, also um Unterschiede zwischen homonomen, vielfach nacheinander zur Entwicklung gelangenden Organen eines Individuums (Radialstacheln der Aulacanthiden, die beiden Halbschalen der Conchariden). In anderen Fällen bildet das gleichzeitige Vorkommen mehrerer Variationen an einer und derselben Oertlichkeit wenigstens einen Hinweis auf ihren primären Charakter. Variationen zweiten Grades (sekundäre Variationen) werde ich solche nennen, welche mit der typischen Form sicher ebenfalls in genetischem Zusammenhang stehen, die aber in der Gegenwart vorzugsweise bei räumlich getrennten Individuen (geographisch lokalisierten Formen) wahrzunehmen sind.

Nach rein äußerlichen Gesichtspunkten können die bei den Radiolarien vorkommenden Variationen in folgender Weise gruppiert werden:

1) Größen-Variationen. Größenunterschiede in Form von primären oder auch von sekundären Variationen finden sich in allen Tripyleengruppen und wurden auch bei Sphärellarien vielfach beobachtet. Sie treten namentlich bei allen denjenigen Formen deutlich hervor, welche eine geschlossene, eines weiteren Wachstums nicht mehr fähige Schale besitzen, während bei den Phäodiniden und vielleicht auch bei den Aulacanthiden die vorgefundenen Größendifferenzen zum Teil auf Altersunterschieden beruhen (Syst. Teil, S. 9, 49). Vor allem zeigen die meisten Challengeriden Größenunterschiede ausgesprochen individueller Natur (vergl. S. 564, Tabelle).

Bei Formen mit isolierten Skelettstücken können letztere ebenfalls eine beträchtliche partielle Variabilität aufweisen. Erwähnt seien vor allem die Conchariden (z. B. *Conchidium rhynchonella*, Taf. LX, Fig. 464), deren Halbschalen vielfach von ungleicher Größe sind, sowie *Thalassoxanthium mixtum* (Syst. Teil, S. 395, Textfig. 51), bei welchem die Einzelstrahlen der Spicula zwischen wenigen Hunderstelmillimetern und 0,5—0,6 mm schwanken.

Ob die Größenvariationen dem Quételet'schen Gesetze folgen und sich also durch Galton-Kurven darstellen lassen, und ob z. B. für Formen, welche in eine Zwerg- und Riesenrasse zerfallen (*Aulacantha scolymantha* u. a.) eine ausgesprochen zweizipfelige Kurve Giltigkeit hat, habe ich nicht ermittelt.

2) Formvariationen. Abweichungen in der Gestalt der Schale wurden bei allen von mir untersuchten Radiolariengruppen gefunden und tragen, da vielfach am gleichen Fundorte alle möglichen Uebergänge zur Beobachtung kamen, mindestens in sehr vielen Fällen den Charakter von primären Variationen. Vielfach kann auf Grund von Schwankungen sicherlich primärer Natur eine stereometrische „Grundform" in die andere übergeführt werden: so finden sich bei manchen Aulosphäriden und Castanelliden Uebergänge von der normalen Kugelgestalt zur monaxonen Ei- oder breiten Birnenform (Taf. XXXIV, Fig. 260; Taf. XXXVII, Fig. 283). Solche Fälle mahnen zur Vorsicht bezüglich der systematischen Verwertung der Gesamtform, und bei einer Revision des Systems speciell der Sphärellarien wird sicher diesen Verhältnissen Rechnung getragen werden müssen (vergl. Syst. Teil, S. 440).

Bemerkenswerte Formvariationen, sei es primärer, sei es sekundärer Art, weisen namentlich folgende Tripyleen auf:

Aulosphaera bisternaria (kuglige, ellipsoidische oder ovale, birn- oder ballonförmige, seltener annähernd spindelförmige Varianten), *Sagenoarium Chuni* (breit-ovale, birnen-, spindel- und herzförmige Typen, vergl. Taf. XLVII, Fig. 362, 364, 366), *Tuscarantha Braueri* (vierseitig-pyramidale, dreiseitig-pyramidale und dreieckig-schildförmige Gehäuse, Taf. XXVII, Fig. 209, 210), *Tuscarantha Luciae* (bedeutende Abweichungen in der Linienführung der ballonförmigen Schale, Taf. XXVI, Fig. 205, 206; Taf. XXVII, Fig. 207), *Challengeria Naresi* (kreisförmige und ovale

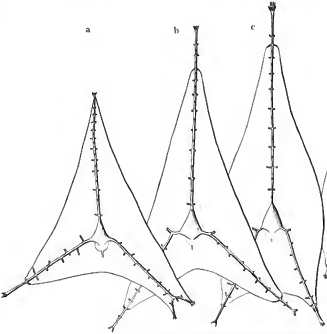


Fig. 199. Verschiedene Typen von *Coelographis regina*.

Schalenumrisse, Taf. XLVIII, Fig. 370; Taf. XLIX, Fig. 377), *Protocystis Macleari* (Schalenumriß annähernd kreisförmig oder leicht spiralig eingerollt, der Dreiecksform sich nähernd, Taf. L, Fig. 410), sowie endlich *Coelographis regina* mit ihren mannigfachen Schalentypen (Textfig. 199).

Primäre Formvariationen partieller Art finden sich bei den Aulacanthiden. Abgesehen von der variablen Zahl der Aeste, auf welche unten besonders eingegangen werden soll, zeigen die Radialstacheln desselben Individuums häufig mannigfache Formverschiedenheiten, welche aller-

dings zum Teil den Charakter von Entwicklungshemmungen verschiedenen Grades haben (Kuppennadeln von *Aulospathis*, S. 601, Textfig. 178, u. a.), zum Teil aber wirkliche Partialvariationen darstellen. Zu letzteren gehören nach meiner Ansicht insbesondere die verschiedenartigen Stacheltypen von *Auloklepte*s (Taf. VI; Taf. XLII—XLIII).

Vielleicht wäre es möglich, auf irgend eine Weise die Formschwankungen, insbesondere die oben erwähnten Variationen der Gesamtgestalt, graphisch darzustellen und auf diese Weise in ihre Natur weiter einzudringen.

3) Variationen der Masse und der feineren Struktur der Skelettsubstanz. Die Masse der abgeschiedenen Skelettsubstanz und damit die Derbheit der Skeletteile ist großen Schwankungen, welche sicher zum Teil primärer Art sind, unterworfen. So zeigt bei einzelnen *Castanidium*-Arten und ebenso bei *Oroscena regalis* die Dicke der Skelettbalken eine sehr beträchtliche Variabilität (Syst. Teil, S. 410, Textfig. 65—68), und das gleiche gilt für die Wandung der Hohlstacheln der Aulacanthiden.

In den Fällen, in welchen man am Skelette eine äußere Lage („primäre Kieselrinde" bei komplizierter gebauten Aulacanthidenstacheln, „Grenzlamellen" bei gehäuseähnlichen Skeletten) und eine Füllsubstanz zu unterscheiden hat, ist nicht nur die Dicke der ersteren, sondern auch die Spongiosastruktur der letzteren primär und sekundär veränderlich. Beispielsweise kann im Formenkreis der *Tuscarilla nationalis-scutellum* die Spongiosa bald grobschaumiger, bald feinschaumiger sein, wie der Vergleich einer von Borgert (1905, Taf. IX, Fig. 4) gegebenen, auf die atlantische *T. nationalis* bezüglichen Abbildung mit dem von einer südindischen Form (*T. scutellum*) stammenden Schalendurchschnitt (Taf. XXIV, Fig. 184) zeigt; ebenso variiert bei *Challengeria Naresi* die Form der Porenkämmerchen (Syst. Teil, S. 247, Textfig. 28), bei *Protocystis Thomsoni* die Struktur des „Palissadenkörpers" (S. 256, Textfig. 30); bei den beiden einander sehr nahestehenden, im „Valdivia"-Material gefundenen *Atlanticella*-Arten zeigen die taschenförmigen Kämmerchen der Radialstacheln sehr verschiedene Struktur- und Anordnungsverhältnisse (S. 291, Textfig. 34), und ähnliche Unterschiede primärer und sekundärer Art ließen sich noch für die Füllsubstanz zahlreicher anderer Formen nachweisen.

Es sei im Zusammenhang damit noch auf die Aulacanthidenstacheln hingewiesen, in deren distalen Partien die gallertige Füllung vielfach durch „sekundäre Kieselsubstanz" ersetzt sein kann. Zuweilen mag es sich auch hier um Variationen sekundärer oder sogar primärer Art handeln, z. B. wenn wir sehen, daß bei *Aulophyton tetronyx* Immermann die Terminaläste hohl, bei der im übrigen ganz gleichgestalteten *Aulographis uncinata* dagegen massiv, d. h. mit sekundärer Kieselsubstanz ausgefüllt sind (vergl. Syst. Teil, S. 32, sowie Immermann, 1904, Taf. VI, Fig. 10, und Taf. V, Fig. 8). Variationen primärer Art sind es jedenfalls, wenn bei verschiedenen Formen von *Auloceros* der Achsenkanal der Terminaläste bald deutlich erhalten, bald vollkommen verschwunden ist (Taf. III).

4) Variationen der Weite und des Abstandes der Poren. Zum Teil in Abhängigkeit von den Größenvariationen, so bei den Aulosphäriden, zum Teil unabhängig davon, wie z. B. bei vielen Castanelliden, gehen beträchtliche Schwankungen in der Weite, im gegenseitigen Abstand und damit auch in der Zahl der Poren der Gitterschale. Namentlich bei verschiedenen *Castanidium*-Arten treten große Differenzen in der Porenweite auf, und zwar sind nicht nur die Poren an einem und demselben Individuum von sehr variabler Größe (Taf. XXXVII,

Fig. 282, 283), sondern es können auch nebeneinander erbeutete, offenbar zu einer Art gehörige Individuen beträchtliche Unterschiede aufweisen. Ferner können die Poren bald näher zusammengedrängt sein, bald entfernter voneinander stehen, so daß das Verhältnis von Porenweite und Balkendicke ebenfalls ein sehr wechselndes ist.

Daß bei diesen Verhältnissen Unterschiede primärer Art eine große Rolle spielen dürften, wird durch einige Concharиden bewiesen, bei welchen die beiden Halbschalen bei gleicher oder ungleicher Größe und Gestalt in vielen Fällen eine sehr verschiedenartige Beschaffenheit der Poren zeigen. Besonders deutlich tritt eine solche bei dem allerdings teilweise monströsen Exemplar von *Conchopsis pilidium* hervor, welches in Fig. 486 (Taf. LXII) abgebildet ist, aber auch bei zahlreichen normalen Individuen mehrerer *Conchopsis*- und *Conchidium*-Arten sind ähnliche Gegensätze zu bemerken. Bei dem in Fig. 463 (Taf. LX) wiedergegebenen *Conchidium terebratula thecidium* erstreckt sich der Unterschied der beiden Halbschalen auch auf die ganze Anordnung der Poren, sowie auf die zwischen den Porenreihen sich erhebenden Cristen, welche bei der einen Schale vorhanden sind, bei der anderen dagegen fehlen.

Sehr variabel ist auch die Zahl der Basalporen, welche sich im Umkreis der Stachelwurzeln der Circoporiden und Tuscaroriden finden und, wie wir sahen, den Poren der Castanelliden homolog sind (vergl. z. B. Taf. XX, Fig. 176, 177), und ebenso sind die Porengänge der Tuscaroriden, welche, wie im ontogenetischen Teile gezeigt wurde, höchst wahrscheinlich Bildungen anderer Art darstellen, offenbar nach Zahl und Anordnung größeren Schwankungen unterworfen (vergl. im Syst. Teil, S. 189, die Bemerkungen zu *Tuscarilla nationalis*).

5) Variationen der Bedornung. Bei denjenigen Formen, bei welchen die Radialstacheln oder die Balken der Gitterschale eine unregelmäßige Bedornung aufweisen, kann letztere in sehr verschiedenem Grade ausgebildet sein. So finden sich z. B. bei den Tuscaroriden in dieser Hinsicht beträchtliche, offenbar individuelle Unterschiede. Unter anderem sei auf *Tuscaridium cygneum* hingewiesen (Taf. XXVI, Fig. 204), welches von Haeckel hauptsächlich unter Berücksichtigung der wechselnden Bedornung des Peristoms und der Radialstacheln unter zwei Artbezeichnungen beschrieben worden ist.

Auch bei *Oroscena regalis* gehen mit Variationen der Maschenweite und Balkendicke beträchtliche Unterschiede in der Bedornung Hand in Hand, und zwar derart, daß im allgemeinen die Individuen mit großen Maschen und dünnen Gitterbalken eine reichlichere, diejenigen mit engen Lücken und derben Balken eine schwächere Bedornung aufweisen (Syst. Teil, S. 410, Textfig. 65—67, sowie S. 427). Möglicherweise handelt es sich hier nicht um eigentlich individuelle Verschiedenheiten, sondern um solche ontogenetischer Art.

6) Variationen der Zahl der radiären Skelettelemente. Die Zahl der Radialstacheln ist bedeutenden und zwar sicher vielfach primären Schwankungen unterworfen, doch kommen bei den Aulacanthiden auch Unterschiede ontogenetischer Art in Betracht. Nur bei der Mehrzahl der Circoporiden ist die Zahl der Stacheln aus statischen Gründen, im Zusammenhang mit der regelmäßig polyëdrischen Ausgestaltung der Schale, streng fixiert worden und hat die Bedeutung eines Artmerkmals gewonnen.

Bei den meisten Formen mit ausgesprochener Gitterschale (Aulosphäriden, Sagosphäriden, Castanelliden, Sphärellarien) erhebt sich in jedem Knotenpunkt je ein Radialstachel. Die Zahl der Radialstacheln ist demnach von der weiteren oder engeren Beschaffenheit des Gitterwerkes

abhängig. Doch kommen auch Abweichungen nach der einen und nach der anderen Richtung vor: so tragen z. B. unter den Aulosphäriden die Auloscenen nur auf denjenigen Knotenpunkten Radialstacheln, welche die Spitzen der pyramidenförmigen Schalenerhebungen bilden (S. 485, Textfig. 109), andererseits giebt es Castanelliden, bei welchen eine Art Wucherung der radialen Skelettelemente in der Weise stattgefunden hat, daß sich auf jedem Knotenpunkte der Schale 2 oder 3 Nebendornen erheben (Taf. XXXIV, Fig. 257). Bezüglich des Auftretens vollkommen stachelloser Varianten sei auf das früher Gesagte (S. 596) verwiesen.

Ist eine Differenzierung der radiären Skelettelemente in Hauptstacheln und Nebendornen eingetreten, wie bei den Castanelliden unter den Tripyleen und bei den Astrosphäriden unter den Sphärellarien, so kann das zahlenmäßige Verhältnis zwischen beiden Typen ein wechselndes sein (vergl. verschiedene Formen von *Castanidium*, Taf. XXXVI, Fig. 273, 274 u. a.).

Auch gewisse, besondere Modifikationen der Radialstacheln, so die Pylomstacheln mehrerer *Castanidium*- und die Pylomzähne der *Castanella*-Arten (Taf. XXXVII, Fig. 283; Taf. XXXIV, Fig. 260—265), die Randstacheln vieler Challengeriden und diejenigen von *Heliodiscus* (Taf. LXXX, Fig. 578—580), sind hinsichtlich ihrer Zahl variabel.

Ein besonderes theoretisches Interesse dürften diejenigen Zahlenschwankungen besitzen, welche sich bei den mit einer geringen Zahl hochdifferenzierter Radialstacheln ausgestatteten Formen vorfinden. Diese Varianten, die ich in meiner ersten Mitteilung (1904) in vorläufiger Weise als Stachelmutanten bezeichnet habe, sind, abgesehen von einigen Circoporiden und Challengeriden, hauptsächlich bei den Tuscaroriden zu beobachten. Sie erstrecken sich hier sowohl auf die oralen, wie auf die aboralen Radialstacheln, und zwar kann die Zahl der ersteren und letzteren, wie namentlich *Tuscarilla campanella* (Taf. XXV, Fig. 193—195) zeigt, unabhängig variieren.

Bei jeder Species bilden die vorkommenden Varianten eine einfache, aus 2, 3 oder 4 aufeinander folgenden Zahlen bestehende Reihe, und zwar sind die mittleren Zahlen stets am häufigsten vertreten, während die Extreme seltenere Abweichungen bilden. Die Varianten folgen also dem QUÉTELET'schen Gesetz, und ihr Häufigkeitsverhältnis läßt sich durch ein Variationspolygon oder eine GALTON-Kurve darstellen. So erhält man z. B. ein typisches (annähernd symmetrisches) Häufigkeitspolygon (Textfig. 200), wenn man die Anzahl der 2-, 3-, 4- und 5-stacheligen Individuen von *Tuscaretta tubulosa* (S. 582, Textfig. 165) als Ordinaten, die Stachelzahl als Abscissen aufträgt. Leider stehen mir keine vollständig genauen Zahlenangaben für das ganze von der „Valdivia" befischte Gebiet zur Verfügung, da eine größere Anzahl namentlich indischer *tubulosa*-Exemplare bereits in Schnitte zerlegt war, ehe ich mich mit dem Variationsprobleme genauer beschäftigte. Das Häufigkeitspolygon (Textfig. 200) bezieht sich daher nur auf die im tropischen Atlantik und im Benguelastrom erbeuteten Exemplare, und auch für diese war es nicht möglich, eine absolute Genauigkeit zu erzielen, da für die Stationen 73 und 74 nur das ungefähre Zahlenverhältnis der 3- und 4-stacheligen Exemplare feststeht[1]). Trotz dieser Mängel dürfte aber das Polygon ein im allgemeinen zutreffendes Bild von dem Häufigkeitsverhältnis der verschiedenen Varianten geben.

---

1) Ich habe bei der Herstellung des Polygons für St. 73 10 3-stachelige und 6 4-stachelige, für St. 74 je 9 3- und 4-stachelige Individuen berechnet (vergl. Syst. Teil, S. 235, Tabelle).

Ein ähnliches Bild erhält man, wenn man für *Tuscarantha Braueri* die GALTON-Kurve aufstellt (Textfig. 201). Von dieser Tuscaroride besitze ich genaue Notizen bezüglich der Individuenzahl, welche die einzelnen Varianten in der „Valdivia"-Ausbeute zeigten: es waren 9 Individuen mit 2 Aboralstacheln, ein intermediäres Individuum (mit dreikantigem Gehäuse, aber mit nur 2 Aboralstacheln), 24 3-stachelige Individuen und ein 4-stacheliges. Trägt man in diesem Falle ähnlich, wie dies DE VRIES (1903, S. 217, Fig. 29) in seiner Besprechung der tricotylen Keimpflanzen getan hat, auch die Zahl der intermediären Vorkommnisse als eine besondere Ordinate ein, so erhält man eine zweigipflige Kurve, in welcher das Hauptmaximum durch die 3-strahlige, ein Nebenmaximum durch die 2-strahlige Variante gebildet wird.

Die Stachelvarianten der Tuscaroriden haben in einigen Fällen sicher den Wert von primären Abänderungen. Dies wird bewiesen durch die wiederholt herangezogene (unvollständige) Kolonie von *Tuscaretta globosa Chuni*, in welcher 4 5-strahlige Individuen mit einem 6-strahligen durch eine gemeinsame Gitterschale verbunden waren. Da diese Individuen von einem und demselben Mutterindividuum abstammen müssen, so ist in diesem Fall die Variabilität als eine individuelle festgestellt.

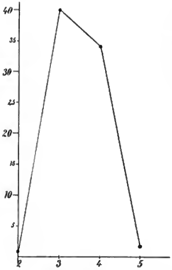


Fig. 200.

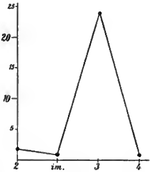


Fig. 201.

Fig. 200. Häufigkeitspolygon für *Tuscaretta tubulosa* (Atlantik und Benguelastrom). Die Abscissen geben die Zahl der Aboralstacheln, die Ordinaten die Individuenzahl an.

Fig. 201. Häufigkeitspolygon für *Tuscaretta Braueri*. im = Intermediärform.

Daneben läßt sich aber zeigen, daß beim Uebergang aus den wärmeren Meeren in die kälteren Gebiete die Zahl der Radialstacheln zunimmt, so daß eine allmähliche Verschiebung des Kurven-Maximums stattfindet, wenn man die Variationsverhältnisse der nämlichen Art an verschiedenen Fundorten graphisch darstellt. So würde man z. B. von *Tuscaretta tubulosa* zwei Kurven mit dem Maximum bei *3*, bezw. bei *4* erhalten, wenn man einerseits die tropisch-atlantischen, andererseits die Individuen des Benguelastromes ins Auge fassen würde, und ebenso

würden die zwei Varianten von *T. globosa* (die südatlantische und die antarktische) zwei nebeneinanderliegende und ineinander geschobene Kurven mit den Maximis in *4* und *5* liefern.

7) Weitere Variationen der Radialstacheln. Die radiären Skelettelemente (Hauptstacheln, Nebendornen) zeigen außer in der Zahl auch in verschiedenen anderen Verhältnissen erhebliche, jedenfalls großenteils primäre Schwankungen. So kann z. B. ihre Anordnung variieren, indem speciell bei Castanelliden *(Castanidium sol)* an der Pylomseite der Schale eine dichtere Häufung zu stande kommt. Ferner findet man Abweichungen in der Wachstumsrichtung der Stacheln, indem z. B. bei *Tuscarantha Luciae* (Taf. XXVI, Fig. 205), *Euphysetta elegans* (Taf. LIII, Fig. 435) u. a. die Apicalstacheln entweder in der Richtung der Hauptachse liegen oder einen Winkel mit dieser bilden. Sehr beträchtliche Schwankungen zeigt auch die Länge der Stacheln, z. B. bei manchen Castanelliden *(Castanidium longispinum)*, sowie bei den Häckelianen, Planktonetten und Cölodendriden, und ebenso kann ihr Verlauf größere oder geringere Abweichungen von der Geraden zeigen. So treten schlangenartige Krümmungen bei *Castanidium Moseleyi* (Taf. XXXIX, Fig. 294) und ebenso bei *Oroscena regalis* offenbar als primäre Variationen auf, während spiralige (schraubenförmige) Drehungen, den „Zwangsdrehungen" bei Pflanzenstengeln vergleichbar (vergl. de Vries, 1903, S. 230), beim Apicalhorn von *Lamprocyclas maritalis* beobachtet wurden.

Endlich sei hervorgehoben, daß auch die blasigen Auftreibungen der Stachelspitze und ebenso die pyramidenähnlichen Basalsockel der Radialstacheln in sehr verschiedenem Grade ausgebildet sein können, so erstere bei *Aulospathis variabilis bifurca* (Taf. VII, Fig. 72—75), letztere bei den Varianten von *Castanidium Moseleyi* (vergl. Taf. XXXIX, Fig. 293, 294).

8) Variationen der Verzweigung der Radialstacheln. Die theoretisch wichtigsten Variationen sind, abgesehen von den Zahlenschwankungen der Radialstacheln, die Abweichungen in ihrer Verzweigungsweise. Denn erstens lassen sich diese Veränderungen, wenigstens in vielen Fällen, zahlenmäßig zum Ausdruck bringen, und ferner finden sich starke Anklänge an bekannte Erscheinungen auf botanischem Gebiete, so daß auch bei der theoretischen Erörterung an einzelne Grundanschauungen und Ergebnisse der Botaniker angeknüpft werden kann.

Die Zahl der möglichen und thatsächlich vorkommenden Variationen ist infolge der mannigfaltigen und häufig sehr komplizierten Verhältnisse, welche die Verzweigung der Radialstacheln zeigt, eine sehr große. Es sollen daher, um die Uebersicht zu erleichtern, die Variationen der einzelnen Verzweigungstypen gesondert besprochen werden.

In einem früheren Kapitel wurden zunächst drei Hauptverzweigungstypen unterschieden: der dichotome Typus, der Doldentypus und der monopodiale oder Aehrentypus. Neben diesen kommen aber einige andere Verzweigungsformen vor, welche zum größten Teil auch von den Botanikern als besondere Typen unterschieden werden.

a) Variationen des dichotomen Typus. Die Dichotomie tritt besonders schön bei den Radialstacheln einiger Cölodendriden hervor, so in sehr regelmäßiger Weise bei *Coelodendrum lappaceum* (Textfig. 202). Bei dieser Form ist die Zahl der Gabelungen ziemlich genau fixiert, indem sie bei den Nasal- und Hauptseitendendriten 7, bei den Postnasaldendriten 5—6 beträgt, dagegen macht sich bei anderen Formen in dieser Richtung eine beträchtliche Variabilität geltend. So kann z. B. bei den häufigsten *Coelodendrum*-Arten, bei *C. ramosissimum* und *furca-*

tissimum, die Zahl der Gabelungen an den einzelnen Dendriten zwischen 4 und 6, bezw. zwischen 6 und 9 schwanken.

Auch bei Radialstacheln mit dichotomisch gegabelten Terminalästen lassen sich derartige Schwankungen beobachten, so bei *Auloceros arborescens* und bei mehreren *Coelographis*- und *Coelodecas*-Arten.

b) Uebergänge zur Trichotomie. Nicht selten, so vor allem bei *Coelechinus wapiticornis* (Taf. LXX, Fig. 518, 519, 521) und bei *Cytocladus tricladus* (Syst. Teil, S. 407, Textfig. 63) ist zu bemerken, daß in solchen Formengruppen, welche sonst eine ausgesprochene dichotomische Verzweigungsweise zeigen, die Tendenz hervortritt, zur Trichotomie überzugehen, und zwar in der Weise, daß die beiden primären Aeste sich ungleich verhalten. Der eine gabelt sich regelmäßig dichotomisch weiter, während der andere unmittelbar über dem primären Gabelpunkt sich in zwei Aeste spaltet, die sich ihrerseits regelmäßig dichotomisch verzweigen. Der Abstand der zweiten, unsymmetrischen von der ersten Gablung ist bei den verschiedenen Radialstacheln desselben Individuums variabel (Textfig. 63a u. b), in einzelnen Fällen (Taf. LXX, Fig. 518) können auch alle 3 Aeste von einem Punkte abgehen, so daß eine wirkliche Trichotomie zu stande kommt, deren ursprüngliche Natur aber stets an anderen Teilen des Skelettes deutlich erkennbar ist.

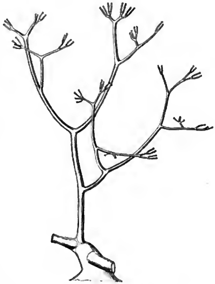


Fig. 202. Postnasaldendrit von *Coelodendrum lappaceum*.

c) Variationen des reinen Doldentypus. Beim Doldentypus, wie er z. B. in besonders ausgeprägter Weise durch einige *Aulographonium*-Arten (S. 484, Textfig. 108; S. 504, Textfig. 137) repräsentiert wird, kommen namentlich hinsichtlich der Zahl der Terminaläste beträchtliche Schwankungen, namentlich auch sogenannte partielle (d. h. auf die einzelnen Radialstacheln desselben Individuums sich erstreckende) Variationen vor. Die Zahlenschwankungen folgen dem Quételetschen Gesetze, wie in vielen Fällen schon der Augenschein lehrt, z. B. wenn bei Exemplaren der typischen *Aulospathis variabilis bifurca* vorzugsweise zweizinkige Stacheln (Taf. VII, Fig. 75), daneben aber einige dreizinkige (Taf. VII, Fig. 72) und einzelne, mit einem Terminalast ausgestattete (Taf. VI, Fig. 67) auftreten. Die genaue Zählung der einzelnen Stachelformen ermöglicht die Aufstellung einer Galton-Kurve, wie eine solche z. B. für ein Exemplar von *Aulospathis variabilis diodon-triodon* aus der antarktischen Station 149 in Textfig. 203 (feinpunktierte Linie *b*) wiedergegeben ist. Das betreffende Exemplar besaß 3 Radialstacheln mit

„Kuppennadeln" (ohne Terminaläste), 7 mit 1 rudimentären Terminalast, 20[1]) mit 2, 13 mit 3, 3 mit 4 Terminalästen.

Ist die Zahl der Terminaläste, aus welchen die Dolde zusammengesetzt ist, sehr groß, so findet man zuweilen, daß die Aeste deutlich paarig angeordnet sind, so z. B. bei *Auloscena verticillus* (Taf. XIII, Fig. 136; S. 485, Textfig. 110), eine Erscheinung, die bei den Quirlen mehretagiger Radialstacheln (s. unten) wiederkehrt und anzudeuten scheint, daß die vielstrahligen Dolden morphogenetisch auf wenigstrahlige Formen mit teilweise gegabelten Aesten zurückzuführen sind. Auf den Weg, den dieser Umbildungsprozeß genommen hat, würden unter anderem auch die Terminalbildungen einiger Cölodendriden, insbesondere von *Coelographis antarctica* und *coronata* (Taf. LXVII, Fig. 500 u. 504), hinweisen. Im Zusammenhang damit steht wohl auch die Erscheinung, daß eine der häufigsten Variationen, der man bei doldenförmigen Radialstacheln begegnet, in der Gabelung einiger weniger Terminaläste besteht. Es sei hier nur auf *Aulographis pandora, Aul. pentastyla* (Taf. I, Fig. 8), *Aulographonium pulvinatum* (Taf. XLIII, Fig. 317a), *Aulospathis variabilis* (Taf. VII, Fig. 84) hingewiesen. Das häufige Auftreten dieser unsymmetrischen Gablungen erweckt den Eindruck, als ob eine mühsam zurückgehaltene Tendenz zu weiterer Teilung immer wieder da und dort zum Durchbruch käme.

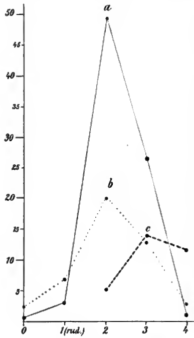


Fig. 203. Häufigkeitspolygon für die Radialstacheln von *Aulospathis variabilis*. Die Abscissen geben die Zahl der Terminaläste, die Ordinaten die Zahl der Radialstacheln eines Individiums an. a (ausgezogene Linie) bezieht sich auf ein Exemplar (var. triodon-diodon) aus T.-St. 149, b (punktierte Linie) auf ein Exemplar (triodon-diodon) aus T.-St. 145, c (gestrichelte Linie) auf ein Exemplar (tetrodon-triodon) aus T.-St. 41.

Außer der Zahl der Terminaläste sieht man auch deren Richtung (Abgangswinkel) beträchtlichen Schwankungen unterworfen, so namentlich bei den *Aulographis*-Arten aus der *Tetrastyla*- und *Tetrancistra*-Gruppe (Taf. I, Fig. 9, 10, 14—16) und bei *Auloceros arborescens biramens* (Taf. III, Fig. 24—25, 34—35). Speciell die Abweichungen bei *Aulographis* führen schließlich zu Formen mit vollkommen zurückgebogenen, nach Art von Ankerarmen gegen den Weichkörper eingekrümmten Terminalästen (*Aulographis arcuata*, Taf. I, Fig. 10).

d) Variationen des monopodialen oder Aehrentypus. Aehrenförmige Radialstacheln lassen hinsichtlich der Zahl, der Verteilung, der Größen- und sonstigen Differenzierungs-

1) Darunter 7 mit schwach ausgebildeten Terminalästen.

verhältnisse der Seitenäste selbstverständlich eine weitgehende Variabilität erkennen. Es sei nur auf die Radialstacheln von *Aulospathis variabilis aulodendroides* (Taf. VII, Fig. 70, 71) und von *Thalassothamnus ramosus* (Taf. LXXIV, Fig. 538) hingewiesen.

Nicht selten sieht man die Seitenäste mit Vorliebe paarig angeordnet, so bei *Aulastrum spinosum* (S. 501, Textfig. 131), und ebenso lassen sich alle Uebergänge zwischen der rein monopodialen und der mehrquirligen Anordnung erkennen, so bei *Aulosphaera verticillata* (Taf. XII, Fig. 128, 129) und *labradoriensis* (Fig. 126, 127).

e) Falsche Dichotomie. Eine sogenannte falsche Dichotomie im Sinne der Botaniker[1]) kann dadurch zu stande kommen, daß bei einem ährenförmigen Radialstachel die Spitze des Schaftes unterdrückt wird und das oberste Paar von Seitenästen eine apicale Gabel bildet. Einen Fall einer solchen falschen Dichotomie stellt vielleicht eine bei *Coelographis regina* gefundene Doppelbildung (Taf. LXVI, Fig. 498a; S. 639, Textfig. 199, linkes Exemplar, rechts unten) dar, falls es sich nicht um ein Spaltungsmonstrum handelt (vergl. S. 597). Ferner gehören wahrscheinlich hierher die zweizinkigen Peristomvarianten von *Protocystis Thomsoni* (Syst. Teil, S. 256, Textfig. 30a) und *P. varians*, welche wohl dadurch zu stande kommen, daß an dem normalerweise dreizinkigen Peristom der mittlere unpaare Zahn unterdrückt ist.

f) Sympodialer Typus. An einen sympodial verzweigten Pflanzenstengel, bei welchem im einfachsten Fall an den einzelnen Knotenpunkten abwechselnd ein linker und ein rechter Seitensproß zum Hauptsproß wird, erinnern manche wellenförmig gebogene Radialstacheln von *Aulospathis pinus* (Textfig. 204), welche an jeder Umbiegungsstelle einen Seitenast abgeben. Zwischen ihnen und den ganz geraden Stacheln bestehen alle Uebergänge.

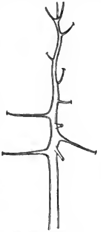


Fig. 204. Nadel von *Aulospathis pinus*.



Fig. 205. Ankerfädchen von *Coelodymus ancorotus*. Nach HAECKEL, Rep., tab. 121, fig. 10.

Die ebenfalls an Sympodien erinnernden zickzackförmigen Ankerfädchen von *Coelothyrsus* und *Coelodrymus* (Textfig. 205) stellen sich gegenüber den geraden Ankerfädchen anderer Formen ebenfalls als Varianten und zwar als solche zweiter Ordnung dar.

g) Variationen bei abgeleiteten Verzweigungstypen. Kompliziertere Verzweigungstypen können in der Weise zu stande kommen, daß entweder die bisher besprochenen Typen sich miteinander kombinieren, oder daß die einzelnen Aeste der Radialstacheln in verschiedener Weise differenziert werden.

Schon die einfach und ganz regelmäßig erscheinenden dichotomischen Verzweigungen der Radialstacheln von *Auloceros* und *Coelodendrum* (Textfig. 202) stellen, sofern die Terminaläste mit Spathillen endigen, streng genommen einen komplizierten Verzweigungsmodus

1) Eine andere Form der falschen Dichotomie entsteht bei Pflanzen, indem sich neben dem Hauptsproß ein Seitensproß senkrecht erhebt und mit ersterem eine symmetrische Gabel bildet.

dar. Denn die Zähnchen der Spathillen sind ja, ontogenetisch betrachtet, nichts anderes als die äußersten, vom dichotomischen Typus mehr oder weniger stark abweichenden Endverzweigungen. Damit ist aber auch bei sonst regelmäßig dichotomischen Formen die Möglichkeit einer weitgehenden Variabilität gegeben, insofern die Spathillen hinsichtlich ihres Ausbildungsgrades und bezüglich der Zahl der Zähnchen sehr beträchtliche Schwankungen primärer und sekundärer Art aufweisen können. So können bei sehr nahestehenden Formen die Spathillen entweder in typischer Weise als bezahnte Endscheibchen ausgebildet sein (S. 484, Textfig. 107), oder sie stellen einfacher gebaute Zackenkronen mit oder ohne axialen Enddorn (Textfig. 108) oder Endknöpfchen mit einem Besatz von winzigen Dornen dar, oder sie können überhaupt ganz fehlen. Uebergänge der verschiedensten Art finden sich z. B. bei den Unterarten von *Auloceros arborescens* (Taf. III).

Verschiedene Varianten weisen mit Bestimmtheit darauf hin, daß die Spathillen in der That morphogenetisch von der dichotomischen Verzweigungsform abzuleiten sind. So sind z. B. die Terminaläste von *Aulographis tetrastyla* (Taf. I, Fig. 10) gewöhnlich am äußersten Ende einmal gegabelt, und die kurzen Sekundärästchen sind an ihrer Spitze mit 2 Zähnchen ausgestattet, bei einer antarktischen Variante dagegen tritt an Stelle der beiden zweizähnigen Sekundärästchen eine eigentliche Spathille mit 4 kräftigen Zähnen (vergl. auch die Variante von *Aul. pentastyla* und *Aulopetasus charoides*, Taf. V, Fig. 47—48). Aehnliche Verhältnisse liegen bei *Sagenoarium Chuni* (Taf. XVIII, Fig. 165) und *Sagoscena floribunda* (Taf. XV, Fig. 150) vor, insofern hier die Aeste der terminalen Quirle bald deutlich gegabelt sind, bald eine zweiteilige Spathille tragen.

Eine zweite Form eines komplizierten Verzweigungsmodus zeigen diejenigen Radialstacheln, welche mit mehreren übereinander gelagerten Astquirlen ausgestattet sind. Bei *Aulospathis* (Taf. VII) sind es deren nur zwei, dagegen tragen die Radialstacheln mancher Aulosphäriden und die Apicalstacheln der Sagosphäriden vielfach eine beträchtlich größere Zahl von Quirlen, denen sich in proximaler Richtung noch einige unregelmäßig stehende Seitenästchen anschließen. Bei *Aulosphaera elegantissima* (S. 502, Textfig. 132) und *Aul. verticillata* können bis zu 12 Astquirle auftreten.

Bei derartigen mehretagigen Radialstacheln zeigt nun sowohl die Zahl der Astquirle wie die Zahl der Strahlen oder Speichen jedes einzelnen Quirles eine beträchtliche individuelle und namentlich partielle Variabilität. Von Interesse sind namentlich diejenigen Varianten, welche eine paarige Anordnung der Quirläste aufweisen. So bestehen bei *Aulosphaera elegantissima* (Textfig. 132) die einzelnen Quirle entweder ziemlich regelmäßig aus 8 oder aber aus 4 gleich an der Basis gegabelten Aesten, und bei *Sagenoarium verticillatum* (Taf. XVIII, Fig. 164) sind die unteren Quirle häufig durch paarig angeordnete Aestchen vertreten. Aehnliches gilt auch für *Aulosphaera labradoriensis* (Taf. XII, Fig. 129), *Aul. trispathis, Aulastrum spinosum* (S. 501, Textfig. 131), *Sagoscena elegans* (Taf. XV, Fig. 151) u. a.

Diese Varianten finden in den Dolden mit paarig angeordneten Aesten, wie sie bei *Auloscena verticillus* (S. 646) vorkommen, und in den Zwischenformen zwischen Dichotomie und Spathillenbildung (s. oben) eine Parallele. Jedenfalls geht aus der Gesamtheit aller dieser Beobachtungen mit Bestimmtheit der enge genetische Zusammenhang zwischen Dichotomie, Dolden-, Quirl- und Spathillenbildung hervor. Die großen Ast-

zahlen, welche manche Dolden und Quirle aufweisen, würden demnach (ontogenetisch und phylogenetisch) auf eine verfrühte dichotomische Gablung der ursprünglich angelegten Aeste zurückzuführen sein, ebenso wie beispielsweise die Tricotylie und Tetracotylie der Keimpflanzen auf einer Spaltung der beiden normalen Blätter beruht (de Vries, Bd. II, 1903, S. 214)[1]. In ähnlicher Weise würden sich Spathillen mit zahlreichen Zähnen gewissermaßen als Proliferationen der letzten Aestchen dichotomisch verzweigter Skeletteile darstellen.

Die dritte und zwar die am höchsten differenzierte Form der abgeleiteten Verzweigungstypen stellen die Griffel der Cölodendriden dar, insofern bei ihnen nicht bloß die Terminal- und Seitenäste in verschiedener Weise ausgebildet sind (S. 482, Textfig. 103), sondern vielfach auch die letzteren zweierlei Apophysen, nämlich dendritisch verzweigte Seitenäste und ankertragende Seitenbäumchen aufweisen (S. 497, Textfig. 142).

Bei einigen Cölodendriden ist nun die Zahl, der Abstand und die Verzweigungsweise der Seitenäste der Griffel in merkwürdig genauer Weise fixiert, und zwar trifft dies nicht bloß für gewisse Vorstufen der eigentlichen Griffelröhren, z. B. für die Postnasaldendriten von *Coelodendrum flabellatum* (S. 498, Textfig. 126 *pn*) zu, sondern auch für einige hochspecialisierte Formen, z. B. für die Griffel von *Coelanthemum* (Taf. XLIX, Fig. 516) mit ihrer einfachen Terminalkrone und ihrer ungemein regelmäßigen, aus 3 Paaren von Seitendendriten bestehenden und mit Ankerbüscheln besetzten „Dornbildung". Im Gegensatz zu dieser streng normierten Verzweigungsweise begegnen wir bei anderen Arten einer beträchtlichen Variabilität: so ist z. B. bei der durch ihre Formverschiedenheiten ausgezeichneten *Coelographis regina* (S. 639, Textfig. 199) die Zahl der innerhalb der äußeren Gitterschale abgehenden Seitenäste, die Länge der freien (d. h. über die Gitterschale hinausragenden) Griffelabschnitte und nicht minder die Beschaffenheit der Terminalkronen (Zahl der Aeste, Grad der Bedornung) großen individuellen Schwankungen unterworfen.

Bei mehreren Formen macht sich eine sehr bemerkenswerte primäre Variabilität in der Weise geltend, daß die Seitenäste der Griffel die Neigung zeigen, ebenfalls zum Griffeltypus überzugehen. Dies ist vor allem bei *Coelographis antarctica* (Syst. Teil, S. 346, Fig. 41 u. 42) und bei *Coeloplegma murrayanum* (Syst. Teil, S. 381) der Fall. Bei einer dritten Form, nämlich bei *Coelotetraceras xanthacanthum*, sah ich einmal, daß sogar ein tertiärer Ast als asymmetrischer, schwach entwickelter Griffel ausgebildet war. Hier handelt es sich aber sicherlich um eine eigentliche Abnormität. Da in allen diesen Fällen, angesichts der mutmaßlichen stammesgeschichtlichen Entwicklung der Cölodendriden (Syst. Teil, S. 347 ff.), schwerlich an einen Atavismus zu denken ist, so haben wir wohl eine Uebertragung einer vom Stamme erworbenen Potenz auf die Aeste anzunehmen.

Ontogenese der Variationen.

Eine der Aufgaben der Variationsforschung ist es, die ontogenetische Entstehung der Abänderungen und die physiologischen Bedingungen ihres Zustandekommens kennen zu lernen und insbesondere diejenigen Phasen der Keimesentwicklung festzustellen, in welchen die Divergenz

1) Als eine weitere Konsequenz dieser Auffassung würde sich die Notwendigkeit ergeben, die dreizinkigen Gabeln, nicht wie Dreyer annimmt, als ursprüngliche, sondern als abgeleitete Verzweigungstypen zu betrachten (vergl. S. 587).

im Entwicklungsverlauf der einzelnen Varianten ihren Anfang nimmt. Logisch betrachtet, würde die Behandlung dieser Frage der experimentellen Erforschung der Ursachen der Variabilität voranzugehen haben, ebenso wie die deskriptive Darstellung der normalen (typischen) Entwicklung den notwendigen Ausgangspunkt für die entwicklungsmechanischen Untersuchungen gebildet hat. Indessen haben sowohl die Botaniker als die Zoologen in der Regel diesen Weg nicht eingehalten, sondern entweder beide Methoden gleichzeitig und in engster Verbindung angewandt (wie z. B. in der mit der Variationslehre in engem Zusammenhang stehenden Geschlechtsbestimmungslehre), oder sie haben unter Verzicht auf die Lösung der ersten Frage sofort eine kausale Erklärung der Variationen zu geben versucht (z. B. bei der Erforschung des Albinismus).

Bei den Radiolarien liegt nun aber in der That, wegen der geringen Zahl der Etappen, in welchen sich speciell die Skelettentwicklung vollzieht, die Möglichkeit vor, auf die Ontogenese der Variationen genauer einzugehen. Wir können insbesondere festzustellen versuchen, welche unter den bei der Formbildung beteiligten Einzelprozessen und wann und wo dieselben variieren müssen, damit sich das äußere Bild eines Charakters ändert. Dagegen ist freilich bei den Radiolarien die Untersuchung der Ursachen der Variabilität, aus den mehrfach hervorgehobenen Gründen, vorläufig nur in beschränktem Maße möglich.

Schon bei der Aufzählung der pathologischen Skelettformen hat sich einiges Material für die Behandlung unserer Frage ergeben. Wenigstens deuten manche Erscheinungen der Entwicklungshemmung, so besonders die Verkümmerungsformen der Aulacanthidennadeln, ohne weiteres den Weg an, auf welchem gewisse normale Varianten mittelst Genepistase (Eimer) entstanden sein mögen.

Auch an anderen Stellen des dritten Abschnittes, so bei der Besprechung der Ontogenese des Castanelliden- und Aulosphäridenskelettes und bei der Aufzählung der Mittel der Formbildung wurde unsere Frage gestreift: es wurde zu zeigen versucht, wie es wahrscheinlich bloß auf das Selbständigbleiben oder Zusammenfließen der zunächst abgeschiedenen Collenchymtropfen ankommt, ob die einfachen Knotenpunkte des Castanellidentypus oder die komplizierten „Radgelenke" einer *Aulosphaera* (vergl. S. 615, 628), bezw. ob einfache, ungegliederte Röhrenstacheln nach Art der Aulacanthidennadeln oder gekammerte Apophysen vom Medusettidentypus zu stande kommen (S. 619).

Was nun die im vorigen Kapitel aufgezählten primären und sekundären Variationen anbelangt, so kommen diejenigen, die sich auf den Gesamtorganismus einschließlich des Weichkörpers beziehen, also die Größen- und Formschwankungen, vorderhand nicht in Betracht, da über ihr ontogenetisches Verhalten nichts Näheres ausgesagt werden kann. Auch über die äußeren Ursachen dieser Verschiedenheiten können nur einige Vermutungen ausgesprochen werden (vergl. S. 622).

Die übrigen Arten der Variabilität lassen sich zum größten Teil auf die Abänderung je eines der Einzelprozesse zurückführen, welche bei der Ontogenese des Skelettes normalerweise zusammenwirken, und zwar kommen vorzugsweise in Betracht die verschiedenen Sekretionsvorgänge, die Sprossungsvorgänge, sowie diejenigen Anordnungsverhältnisse, als deren Ursachen vorläufig „richtende Centren" hypothetischer Art angenommen worden sind.

Eine sehr beträchtliche Anzahl von Variationen beruht auf Modifikationen der Sekretionsvorgänge, und zwar können in dieser Richtung sowohl Unterschiede quantitativer, wie qualitativer Art die Entstehung von Variationen herbeiführen. Ob z. B. die Innen- oder Marksubstanz der Skelettteile eine mehr grobschaumige oder eine feinalveoläre Spongiosastruktur annimmt, wird bald durch die Masse, bald durch den Aggregatzustand und die stoffliche Beschaffenheit der abgeschiedenen Collenchymtröpfchen bedingt sein, denn von allen diesen Faktoren könnte es abhängen, ob die Collenchymtröpfchen zu größeren „Vakuolen" zusammenfließen oder getrennt bleiben.

In ähnlicher Weise könnten ebensogut Unterschiede quantitativer und physikalischer Art, wie specifisch-stoffliche Verhältnisse darüber entscheiden, ob eine Kammerung der hohlen Radialstacheln mehr zufällig (wie bei den Aulosphäriden, Textfig. 175, und Aulacanthiden, Textfig. 196), oder in regelmäßiger Weise (wie bei den Medusettiden, Textfig. 140) zu stande kommt.

Auch bei der Entstehung anderer Varianten, die mit Modifikationen der Kieselsäureabscheidung und des Verkieselungsprozesses zusammenhängen, dürften entweder quantitative oder qualitative Momente in Betracht kommen. So spielt bei der Bildung der zahlreichen Varianten der *Aulokleptes*-Stacheln (S. 605) zweifellos die Masse der abgeschiedenen Hartsubstanz eine wesentliche, formbestimmende Rolle, und zwar ist es denkbar, daß die Quantität der Kieselsubstanz, welche von der Sarkode zur Abscheidung gebracht wird, ihrerseits durch die Beschaffenheit der Fremdkörper-Unterlage (Diatomeenschalen, Aulacanthidenstacheln) bestimmt wird. Auf der anderen Seite dürften z. B. die leichten Unterschiede in der natürlichen Färbung, wie sie vielfach auch bei Angehörigen engerer Formenkreise auftreten, auf qualitativen Differenzen der Hartsubstanz beruhen, und zwar werden wohl die leicht bräunlichen und gelblichbräunlichen Töne, welche die Skelettteile einiger Aulosphäriden (Taf. XI, Fig. 110; Taf. XIII, Fig. 132, 134) im Gegensatz zu nahe verwandten Formen aufweisen, auf Dichtigkeitsunterschiede oder auf Verschiedenheiten des „Korns" zurückzuführen sein, während die ausgesprochen gelbliche Färbung, welche *Aulacantha laevissima* (Taf. X, Fig. 98) und *Coelotetraceras xanthacanthum* (Taf. LXVII, Fig. 499) an ihren Radialstacheln zeigen, möglicherweise stofflich-chemischer Natur ist. Allerdings liegt diese letztere Abweichung angesichts der ziemlich isolierten Stellung der beiden Formen nicht mehr im Bereich der Variationen erster und zweiter Ordnung.

Eine weitere Gruppe von Variationen, nämlich die Abänderungen der Verzweigungstypen, beruht auf Modifikationen der Sprossungsvorgänge, welche sich an der häutigen Skelettanlage vor Eintritt der Verkieselung abspielen. Wie nämlich zahlreiche, als Entwicklungshemmungen zu deutende Abnormitäten erschließen lassen (S. 601), ist die häutige Anlage der Aulacanthidenstacheln (Gallertvakuole + plasmatische Hülle oder Vakuolenhaut) als ein von der Gesamtsarkode abgegliedertes, mehr oder weniger selbständig (autonom) gewordenes, morphologisches Individuum zu betrachten, welches vor allem auch die Fähigkeit der Selbstteilung besitzt und also in die Kategorie der Automerizonten (Roux, 1893) gehört[1]. Der einfachste Teilungsmodus, welchem wir bei solchen Gebilden begegnen, ist die dichotomische Gablung, und zwar kommt speciell bei den Tripyleen überhaupt nur die einseitige dichotomische Gablung vor. (Ob wir in den Doppelspikulis der Collodarien Weiterbildungen eines zweiseitigen dichotomischen Gablungsmodus zu sehen haben, soll hier nicht weiter erörtert werden.) Zahl-

1) Einen Automerizonten ähnlicher Art stellt wohl die Centralkapsel von *Cytocladus* dar (s. unten).

reiche Variationen, welche die Verzweigungsmodi des Tripyleenskelettes aufweisen, lassen sich nun dem Verständnis näher bringen oder wenigstens unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zusammenfassen, wenn wir ihnen eine auf Teilungszahl und Teilungsrhythmus sich erstreckende Variabilität der Sprossungen der häutigen Stachelanlagen zu Grunde legen.

Im einfachsten Falle können Plus- und Minus-Varianten der Verzweigung in der Weise entstehen, daß die Zahl der Gablungen, welche bei den radiären Skelettelementen in ähnlicher Weise normiert zu sein pflegt, wie beispielsweise die Zahl der Teilungsschritte in der Ovogenese, im Zustand der häutigen Anlage eine Vermehrung oder Verminderung erfährt. Plus-Varianten sind z. B. die unregelmäßigen Gablungen, welche bei manchen Aulacanthiden (*Aulographis*- und *Aulospathis*-Formen) an einzelnen Stachelästen aufzutreten pflegen (S. 646), dagegen stellen sich als Minus-Varianten diejenigen Stacheln von *Aulospathis variabilis bifurca* dar, bei welchen sich auf dem blasig erweiterten Schaftende statt einer zwei- oder dreizinkigen Gabel ein einziger, in der Verlängerung des Schaftes gelegener Terminalast erhebt (S. 645). Auch die Vermehrung der Astzahl in den Enddolden und in den subterminalen Astquirlen (S. 648) kann, worauf einzelne Bilder mit Sicherheit hinweisen, durch eine in statu nascendi und dicht über der Abgangsstelle vor sich gehende, dichotomische Gablung der Aeste zu stande kommen, so wie z. B. beim Klee *(Trifolium pratense* und *repens)* die Vermehrung der Blattzahl auf 4—7 durch Spaltung der Seiten- und Endblättchen bewirkt wird (de Vries, 1901, S. 443).

Trichotomien, wie sie für *Coelechinus wapiticornis* und *Cytocladus tricladus* charakteristisch sind (S. 645), sind zurückzuführen auf einen ungleichen Teilungsrhythmus der beiden primären Aeste der Radialstacheln. Während nämlich sonst die häutigen Anlagen der Stacheläste in synchroner Weise ihre sekundären und tertiären Gablungen ausführen, schreitet in den genannten Fällen der eine Primärast in der Teilung voran, so wie z. B. auch bei den Kernteilungen der Tripyleen eine Heterochronie der späteren Teilungsschritte eine sehr häufige Erscheinung ist (s. unten). Da bei unseren Formen die Trichotomie sich gewöhnlich auf sämtliche Radialstacheln in gleichmäßiger Weise erstreckt, so können, wie gleich hier hervorgehoben werden soll, nicht zufällige, äußere Momente (z. B. die Verteilung der Alveolen) die Ursache sein.

Ich möchte annehmen, daß in der gleichen Weise auch die drei- und vierzinkigen Gabeln, welche für die Radialstacheln von *Aulographis pandora* charakteristisch sind und unter allen Skelettformen der Tripyleen dem Typus des einfachen Vierstrahlers am nächsten kommen (S. 587, Textfig. 170a), in letzter Linie als Spaltungsvarianten des zweizinkigen Stacheltypus aufzufassen sind, ähnlich wie z. B. die Tetracotylie und Tricotylie aus der Dicotylie durch Spaltung der Keimblätter hervorgeht (de Vries, 1903, S. 214).

Inwieweit auch die übrigen Verzweigungsformen und deren Variationen ontogenetisch und phylogenetisch auf Abweichungen vom dichotomischen Sprossungsmodus zurückzuführen sind, mag dahingestellt sein. Jedenfalls stellt der monopodiale oder Aehrentypus eine morphogenetisch selbständige oder jedenfalls sehr selbständig gewordene Verzweigungsform gegenüber dem dichotomischen und dem von diesem abgeleiteten Doldentypus dar, wie denn auch die Botaniker eine prinzipielle Verschiedenheit zwischen der monopodialen und der dichotomischen Verzweigungsweise anzunehmen pflegen [1]). Bei manchen Varianten, z. B. bei vielen Nadeln von

1) Diese Auffassung finde ich in den Lehrbüchern von Leunis und von Strasburger-Noll-Schenck-Karsten vertreten. Ueber die Ableitung der Dreiblättrigkeit des Klees vom gefiederten Typus der Papilionaceen vergl. de Vries, 1901, S. 573.

Aulospathis variabilis aulodendroides (Taf. VII, Fig. 70, 71), hat man in der That den Eindruck, als ob zwei relativ selbständige Entwicklungstendenzen, die dichotomische und die monopodiale, miteinander im Kampfe liegen.

Mit der Zurückführung der Verzweigungsvarianten auf die an den häutigen Stachelanlagen sich abspielenden Sprossungen erhebt sich die Frage, durch welche Faktoren ihrerseits wieder die Modifikationen dieser Sprossungsvorgänge verursacht werden. Hierüber lassen sich zur Zeit natürlich keine bestimmten Aussagen machen. Man könnte höchstens die Vermutung aufstellen, daß die Plus-Varianten der Verzweigungszahl (z. B. die unregelmäßig auftretenden Gablungen an den Terminalästen mancher *Aulographis*- und *Aulospathis*-Formen, S. 646) durch Aufhebung von irgendwelchen Hemmungsvorrichtungen zu stande kommen, welche außerhalb der Stachelanlage in der umgebenden Sarkode ihren Sitz haben, oder daß sie — worauf die relativ starke Verzweigung vieler antarktischer Formen hinweist, S. 571 — direkt durch die in der Außenwelt gelegenen Faktoren ausgelöst werden. Diejenigen Modifikationen der Sprossung freilich, welche zu regelmäßiger wiederkehrenden, zum Teil sicher erblichen Asymmetrien hinüberführen (Entstehung der Trichotomie bei *Coelechinus* und *Cytocladus*), können ihre Ursache wohl nirgends anders als in der häutigen Stachelanlage selber, also in deren konstitutionellen Verhältnissen oder, wie man vielleicht sagen kann, in der Architektonik des Artplasma-Moleküls haben.

Einer dritten Gruppe von Variationen liegen Modifikationen derjenigen Verhältnisse zu Grunde, die man gewöhnlich als die promorphologische Konstitution der Zelle zu bezeichnen pflegt. Hierher gehören Abänderungen in der Zahl und Anordnung der Knotenpunkte und damit in der ganzen Maschenstruktur, wie sie bei den Gitterschalen der Phäosphärien und der einfacheren Phäocalpien eine häufige Erscheinung sind (Modifikationen der „Dreiecks-" und „Viereckssteilung" bei den Aulosphäriden, wechselnde Porenzahl und Porenweite der Castanelliden u. s. w.), sowie die Zahlenvarianten der Radialstacheln der Circoporiden und Tuscaroriden Für die Gitterschalen wurde aus gewissen Abnormitäten der Schluß gezogen, daß die Zahl und Anordnung der Knotenpunkte und damit auch der Radialstacheln durch irgendwelche „richtende Centren" bedingt sei, welche eine Art von Abstoßung aufeinander ausüben und demnach, bei gegebener Zahl, innerhalb der peripherischen Schichten des Weichkörpers eine gleichmäßige Verteilung anstreben[1]. Da nun ferner gezeigt werden kann, daß zwischen der Anordnungsweise, welche die Knotenpunkte und Radialstacheln der Castanelliden zeigen, und derjenigen, die man bei den Circoporiden und Tuscaroriden antrifft, alle Uebergänge bestehen, so muß wohl auch für die letzteren beiden Formengruppen angenommen werden, daß die Anordnung und Zahl der Radialstacheln und die hierbei auftretenden Varianten durch „richtende Centren" bestimmt werden.

Mit der Hilfsannahme der richtenden Centren haben wir freilich die Frage nach den Ursachen der Variabilität der Stachelzahl auf den nämlichen Punkt hingeführt, auf den wir schließlich auch bei der Besprechung der Verzweigungsvarianten gelangt sind, nämlich vor morpho-

1) Daß der Sitz der richtenden Agentien, welcher Art sie auch sein mögen, innerhalb der Oberflächenschichten selber gelegen sein muß, dürfte auch daraus hervorgehen, daß bei nicht-regulären (birn- oder ballonähnlichen) Weichkörperformen die von den Centren abhängige Maschenstruktur durchaus den Krümmungen des Weichkörpers angeschmiegt ist. Auch die in den Knotenpunkten sich erhebenden Radialstacheln stehen senkrecht zur Oberfläche (S. 515, Textfig. 144; Taf. XI, Fig. 105 u. a.) und sind nicht etwa sämtlich auf das Weichkörper-Centrum zu orientiert.

genetische Verhältnisse, in welche tiefer einzudringen ausschließlich der experimentellen Forschung vorbehalten sein wird.

Ueber den Charakter der Variationen und ihre Bedeutung für die Artbildung.

Auf einen etwas festeren Boden gelangen wir zurück, wenn wir den Versuch machen, die bei den Radiolarien beobachteten Variationen in den üblichen Kategorien der Variabilität unterzubringen.

Daß die Größen-, Form- und Massenvariationen überwiegend den Charakter von fluktuierenden Abänderungen teils individueller, teis partieller Art besitzen, geht bei verschiedenen Tripyleengruppen schon aus einer vergleichenden Betrachtung der in einem Fang erbeuteten Individuen mit großer Wahrscheinlichkeit hervor, obwohl eine statistisch-graphische Darstellung dieser Verhältnisse nicht ausgeführt wurde. Ich möchte hier nur an einige Castanelliden, insbesondere an *Castanidium variabile*, erinnern, bei welch letzterem die Hunderte von Individuen, welche manche Netzzüge geliefert haben, nach den drei genannten Richtungen hin alle erdenklichen Uebergänge zeigen, so daß eine Abgrenzung von Arten unmöglich und sogar die Heraushebung einzelner Typen (Formenkerne) mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist. Jedenfalls liegen keine Anhaltspunkte vor für die Annahme, daß dieses Formenchaos aus zahlreichen nebeneinander her laufenden selbständigen Linien oder konstanten Elementararten im Sinne von H. de Vries (1901, S. 33, 120) zusammengesetzt sei, eine Möglichkeit, welche allerdings nur mittelst weitgehender Züchtungen endgiltig geprüft werden könnte.

Wie viele von diesen Variationen nun erblicher Natur und daher als Fluktuationen im engeren Darwin'schen Sinne zu betrachten sind und wie viele von ihnen nichterbliche, unter der Wirkung äußerer Faktoren individuell erworbene Abänderungen sind, d. h. also Somationen nach der von Plate (vergl. 1908, S. 315) passend vorgeschlagenen Bezeichnungsweise, das kann am konservierten Material nicht ermittelt werden.

Aehnliches gilt für die Variationen, welche sich auf die Größe und Beschaffenheit der Poren, die Länge der Radialstacheln und die Ausbildung der pyramidenförmigen Stachelsockel beziehen.

Von größerem Interesse sind die auf Zahlenverhältnisse (numerische Eigenschaften) sich erstreckenden Abänderungen [meristische Variationen nach Bateson [1]], so besonders die Variationen in der Zahl der Terminaläste bei den Aulacanthiden (*Aulographis pandora*, *Aulospathis variabilis*) und in der Stachelzahl der Tuscaroriden. Speciell für die letztgenannten Varianten habe ich in meiner ersten Mitteilung (1904) die Bezeichnung Stachelmutanten gebraucht, da z. B. der Uebergang von der dreistrahligen zur zweistrahligen Variante, wie er bei *Tuscaretta tubulosa* gelegentlich vorkommt (S. 582, Textfig. 165, links), durchaus den Charakter einer sprungweisen, diskontinuierlichen Abänderung zu haben scheint. Dieser Eindruck wird dadurch noch erheblich verstärkt, daß in einzelnen Fällen die Veränderung der Stachelzahl mit einer Veränderung der Schalenform und damit des äußeren

1) Vergl. Plate, 1908, S. 103.

Habitus Hand in Hand geht. So sind z. B. bei *Tuscarantha Braueri* die zweistacheligen Individuen schildförmig (Taf. XXVII, Fig. 210), die dreistrahligen dreiseitig- (Fig. 209) und die vierstrahligen vierseitig-prismatisch.

Nun zeigt sich aber[1]), daß die meristischen Variationen auch bei den Tripyleen von dem Gesetze Quételet's beherrscht werden, in ähnlicher Weise, wie dies nach Weldon, Duncker[2]) u. a. für die numerischen Eigenschaften bei Krebsen und Fischen (z. B. die Zahl der Rostralzähne bei ersteren, die Zahl der Flossenstrahlen bei letzteren) gilt, d. h. es lassen sich, wie oben gezeigt wurde, bei *Aulospathis variabilis* (Textfig. 203), *Tuscaretta tubulosa* (Textfig. 200), *Tuscarantha Braueri* (Textfig. 201) u. a. symmetrische Galton-Kurven oder besser Variations-Polygone aufstellen, aus denen hervorgeht, daß die mittleren Ast- und Stachelzahlen am häufigsten, die kleinsten und größten Zahlen relativ selten sind. Danach würden also die Ast- und Stachelvarianten der Tripyleen, wenigstens nach der de Vries'schen Terminologie[3]), unter den Begriff der individuellen fluktuierenden Variation fallen.

Wichtig für die weitere Beurteilung der numerischen Abänderungen der Tripyleen ist nun der Umstand, daß innerhalb eines und desselben Formenkreises das Maximum der Galton-Kurve sich verschiebt, wenn man Individuengruppen aus verschiedenen Meeresgebieten ins Auge faßt[4]). So zeigt das für *Aulospathis variabilis* gegebene Variationspolygon, daß die antarktischen Exemplare (Varietät *triodon-diodon*, Textfig. 203 a u. b) ihr Maximum über der Abscissenzahl 2 besitzen, während bei den tropischen Exemplaren (Varietät *tetrodon-triodon*, Textfig. 203 c) das Maximum nach 3 verschoben erscheint. (Die Polygone lassen gleichzeitig erkennen, daß die Zahl der Radialstacheln in der Antarktis größer ist als in den Tropen; vergl. S. 571.) Das nämliche gilt auch für die Stachelvarianten der Tuscaroriden, insofern z. B. bei der atlantischen *Tuscaretta tubulosa* beim Uebergang aus den tropischen in die kühleren Meeresteile an Stelle von 3 allmählich 4 Aboralstacheln zur Regel werden, und bei der atlantischen Varietät von *T. globosa* die Zahl der Aboralstacheln gewöhnlich 4, seltener 5 beträgt, während die antarktischen Exemplare *(T. globosa Chuni)* meist 5, seltener 4 oder 6 Stacheln besitzen. Leider fehlen mir aber für *Tuscaretta tubulosa* genaue Zahlenangaben (s. S. 642), und von *T. globosa* liegen mir nicht genügend atlantische Exemplare vor, um eine graphische Darstellung geben zu können.

Diese je nach dem Fundorte wechselnden Zahlenverhältnisse legen zunächst die Frage nahe, inwieweit vielleicht unsere Varianten unter den Begriff der de Vries'schen Halb- und Mittelrassen fallen. Bekanntlich versteht de Vries darunter Rassen [= erbliche Formen[5])] innerhalb welcher zwei antagonistische Merkmale, ein aktives und ein latentes, miteinander im Kampfe stehen. Kommt in einer solchen Rasse das latente Merkmal oder die Anomalie nur ausnahmsweise neben dem aktiven Merkmal zum Vorschein, so wird diese Rasse in Bezug auf

1) Schon im Systematischen Teil (S. 193) wurde gegen die Bezeichnung „Stachelmutante" der Einwand erhoben, daß die Stachelzahl nicht streng vererbt wird, wie eine aus 5- und 6-strahligen Individuen gemischte *globosa*-Kolonie zeigt. Zum Begriff der Mutation gehöre aber, daß das betreffende Merkmal oder die Merkmalsgruppe erblich sei. Dieser Einwand ist indessen nicht stichhaltig, da die betreffende Kolonie sehr wohl ein Kreuzungsprodukt verschiedener, mutativ entstandener Rassen darstellen könnte.

2) Vergl. Duncker, 1899.

3) Vergl. H. de Vries, 1901, S. 35; Fruhwirth, 1905, S. 151, sowie Plate, 1908, S. 73, 75.

4) Vergl. Duncker, 1899 u. a.

5) de Vries, I, 1901, S. 424.

dieses Merkmal als Halbrasse [besser vielleicht nach Plate[1]) als Schwachrasse] bezeichnet; tritt dagegen das latente Merkmal annähernd gleich häufig auf wie das aktive, so spricht de Vries von einer Mittelrasse.

In unserem Falle würde also, wenn wir die Dreizähligkeit als das normalerweise aktive, die Vierzähligkeit als das latente Merkmal betrachten, *Tuscarantha Braueri* (Textfig. 201) mit einer Halbrasse, der atlantische Formenkreis von *Tuscaretta tubulosa* (Textfig. 200) mit einer Mittelrasse zu vergleichen sein. Auch das Wenige, was wir über die Erblichkeitsverhältnisse bei den Tuscaroriden wissen (S. 643), würde sich mit einer solchen Deutung in Einklang bringen lassen. In ähnlicher Weise könnten die Astvarianten von *Aulospathis* (Textfig. 203) zu den tricotylen Halb- und Mittelrassen de Vries', noch besser aber zu den mehrscheibigen Rassen des Rotklees *(Trifolium pratense)* in Parallele gesetzt werden, insofern bei letzteren die verschiedenen Blätter eines und desselben Exemplares eine verschiedene Anzahl von Scheiben besitzen können und demnach auch hier, wie bei *Aulospathis*, eine partielle Variabilität vorliegt.

So nahe nun aber alle diese Vergleiche liegen, so ist doch nicht zu vergessen, daß die latenten Merkmale, welche bei den Halb- und Mittelrassen de Vries' zum Vorschein kommen, großenteils eigentliche Anomalien sind, sei es wirklich Teratologien und Monstrositäten, wie z. B. die Zwangsdrehungen und Verbänderungen[2]), sei es Atavismen, wie die Mehrscheibigkeit beim Klee[3]). Die meisten dieser Varianten liefern im Zusammenhang damit auch nur unsymmetrische (halbe) Galton-Kurven[4]). Dagegen handelt es sich bei unseren Ast- und Stachelvarianten großenteils um durchaus physiologische, in sich harmonische, vollkommen angepaßte Variationen, wie schon daraus hervorgeht, daß die einzelnen Varianten bestimmte Meeresteile bevorzugen und also in ihrem Auftreten offenbar von den Temperaturverhältnissen abhängig sind. Ob damit freilich ein prinzipieller Gegensatz zu den de Vries'schen Rassen gegeben ist, läßt sich um so weniger entscheiden, als ja in unserem Falle die für die Halb- und Mittelrassen charakteristischen Erblichkeitsverhältnisse[5]) vorläufig nicht weiter verfolgt werden können.

Während also aus den wechselnden Zahlenverhältnissen, welche die Ast- und Stachelvarianten der Tripyleen aufweisen, keine engeren Beziehungen zu den Halb- und Mittelrassen de Vries' abgeleitet werden können, so geht doch aus dem geographischen Verhalten der numerischen Varianten jedenfalls so viel hervor, daß sie mindestens in vielen Fällen einen erblichen Charakter haben. Für die 3- und 4-strahligen Varianten von *Tuscaretta tubulosa* und für die 4- und 5-strahligen Unterarten von *T. globosa* steht dies außer Zweifel, da in den einen Meeresgebieten jeweils die niedrigere, in den anderen die höhere Zahl die Regel bildet und sich also offenbar durch Vererbung forterhält. Ob auch die seltenen Extreme, z. B. die 2- und die 5-strahlige Varietät von *T. tubulosa*, eine erbliche Natur haben, läßt sich natürlich nicht feststellen, doch ist wohl anzunehmen, daß dies zutrifft, und daß sie sich bei Kreuzungen „recessiv" verhalten.

Zusammenfassend können wir sagen, daß die meristischen (numerischen) Varianten der Tripyleen ihrer äußeren Erscheinung nach einen diskontinuierlichen,

1) 1904, S. 206.
2) H. de Vries, I, 1901, S. 425.
3) l. c. S. 436, Anm.
4) l. c. S. 431.
5) H. de Vries, II, 1903, S. 219.

sprunghaften Charakter haben und sogar mit Aenderungen im äußeren Habitus verbunden sein können *(Tuscarantha Braueri)*, daß sie aber dem QUÉTELET'schen Gesetze unterworfen und durch symmetrische GALTON-Kurven darstellbar sind, und endlich, daß sie mindestens, wo sie als Lokalformen auftreten, einen erblichen Charakter annehmen. Sie stehen also den bei Krebsen und Fischen beobachteten meristischen Variationen am nächsten, unterscheiden sich aber von diesen dadurch, daß die Aenderungen eines Merkmales unter Umständen tiefer greifende Aenderungen im äußeren Habitus herbeiführen können, was mit den besonderen, für die einzelligen Organismen giltigen Verhältnissen im Zusammenhang steht. Eine vollkommene Uebereinstimmung mit einer der von DE VRIES (1901, S. 33 ff.) aufgestellten Kategorien besteht nicht: von den auf dem Wege der progressiven Mutation entstandenen, großenteils lokalen Elementararten sind sie durch ihre numerischen Häufigkeitsverhältnisse, von den Partialmutationen (retrogressiven und degressiven Mutationen), sowie von den Halb- und Mittelrassen durch ihren physiologischen (wahrscheinlich adaptiven) Charakter und ihre lokale Distribution, von der individuellen, fluktuierenden Variabilität, welche DE VRIES als nicht-erblich und nicht-artbildend betrachtet, durch ihren mehr sprunghaften, diskontinuierlichen Charakter und, wie wir sehen werden, durch ihre Bedeutung für die Artbildung unterschieden.

Es soll hier noch die Natur einiger anderen Variationen besprochen werden, von denen einige allerdings einen mehr pathologischen Charakter haben. Im Zusammenhang damit finden auch verschiedene Formdivergenzen Erwähnung, welche normalerweise jenseits des Gebietes der primären und sekundären Variationen liegen, bei welchen aber doch mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß sie da und dort den Charakter von „Variationen" besitzen, d. h. von Formschwankungen, die innerhalb engerer Verwandtschaftskreise zu Tage treten können.

Als Partialmutationen, und zwar als retrogressive Mutationen, d. h. als Defektrassen, welche durch sprungweisen Ausfall eines Merkmales zu stande kommen, sind einige häufiger vorkommende Entwicklungshemmungen zu betrachten. Hierher sind die stachellosen Varianten von *Cannosphaera* (Taf. XIV, Fig. 143) und *Castanidium* (Taf. XXXVI, Fig. 277) zu rechnen, vielleicht auch die von HAECKEL beschriebenen stachellosen Aulosphäriden. Es muß dahingestellt bleiben, inwieweit alle diese stachellosen Formen nur den Charakter von gelegentlichen, durch sprungweisen Wegfall des Stachelbesatzes entstandenen Mutationen besitzen, oder ob sie als eigentliche, lebensfähige Rassen von allerdings recessivem Charakter zu betrachten sind.

Ferner legt die weitgehende Uebereinstimmung, welche einige stacheltragende Challengeriden, z. B. *Protocystis Swirei* (Taf. XLIX, Fig. 384) und *bicornis* (Fig. 387), im ganzen Habitus mit den neben ihnen vorkommenden stachellosen Formen, *P. acornis* (Fig. 385) und *tridens* (Fig. 382), aufweisen, den Gedanken nahe, daß letztere ursprünglich als Defektrassen ihre Entstehung genommen haben oder als solche immer wieder zum Vorschein kommen.

Aehnliches dürfte auch für die stachellosen Varianten von *P. Tizardi* (Taf. L, Fig. 406) und *Challengerosium Bethelli* (Taf. LI, Fig. 423, 424, 428) gelten.

Mehr pathologischer Natur sind einige Vorkommnisse bei den Aulacanthiden, so besonders die „Kuppennadeln" von *Aulospathis*, welche, statt mit einer mehrzinkigen Gabel, mit einer leicht blasig aufgetriebenen Kuppe abschließen (Taf. VI, Fig. 65—67). Bei einigen Exem-

plaren von *Aulospathis variabilis diodon* und *monodon* treten diese Kuppennadeln so zahlreich auf, daß man fast von Defektrassen sprechen kann.

Die unbedornten oder ganz schwach bedornten Varianten, die bei *Tuscaridium cygneum* und anderen Tuscaroriden neben stärker bedornten Formen auftreten, und an welche man im Hinblick auf die stachellosen Mutationen vieler Pflanzen an dieser Stelle denken könnte, haben sicher einen fluktuierenden Charakter.

Totalmutationen vom *Oenothera*-Typus können bei den Radiolarien und speciell bei den Tripyleen nicht nachgewiesen werden. Daß sich bei *Tuscarantha Braueri* und *Tuscarilla nationalis* mit dem Herabsinken der Zahl der Aboralstacheln von 3 auf 2 auch die Schalenform und der ganze äußere Habitus ändert, wurde bereits erwähnt. Doch kann wenigstens bei *Tuscarantha Braueri* von einer Totalmutation deshalb nicht gesprochen werden, weil andere Merkmale, z. B. die Beschaffenheit der Füllsubstanz, die Peristombildung, unverändert bleiben. Vielleicht liegen bei *Tuscarilla* in dieser Richtung etwas andere Verhältnisse vor (S. 640), doch ist hier noch eine eingehendere Untersuchung an größerem Materiale nötig.

Mit den Totalmutationen steht möglicherweise eine andere, bei den Tuscaroriden sehr auffällig hervortretende Erscheinung in einer gewissen Berührung, nämlich die Thatsache, daß die verschiedenen Merkmale in den verschiedensten Kombinationen miteinander verbunden sein können. So finden sich z. B. die drei am häufigsten auftretenden Typen der Schalenform, nämlich der kuglige oder birnförmige, der pyramidenförmige und der spindelförmige Typus, in jeder nur denkbaren Weise mit den drei Haupttypen des Peristoms, dem strahligen, dem korbförmigen und dem vogelkopf- oder helmförmigen, kombiniert (1906b, S. 46, Fig. 8; Syst. Teil, S. 212 ff., Textfig. 22), und ebenso lassen sich Kombinationen anderer Merkmale nachweisen. Aehnliches gilt für einige Aulacanthiden (*Aulospathis*), Castanelliden und Coelodendriden. Derartige kaleidoskopische Zusammenstellungen, in welchen eine relative Unabhängigkeit, also eine geringe Korrelation der einzelnen Merkmale zum Ausdruck kommt, sind wiederholt auch bei höheren Tieren gefunden worden (vergl. Plate's *Cerion*-Schnecken), und es würde zu untersuchen sein, inwieweit hier Beziehungen zu den bei den de Vries'schen Totalmutationen auftretenden Merkmalsverteilungen vorliegen.

Prozesse von eigentlich mutativem Charakter, durch welche ein großer Teil der Merkmale mit einem Schlage verändert werden könnte, falls sie sich gleichmäßig auf das ganze Skelett erstrecken würden, kommen da und dort als teratologische Erscheinungen vor. Es sei auch hier in erster Linie auf das wiederholt besprochene *Aulosphaera*-Skelett mit seinen nach verschiedenen Richtungen hin sich erstreckenden Ausschlägen hingewiesen (S. 599, Textfig. 175).

Bei einem Rückblick auf die Ergebnisse, zu welchen die Betrachtung der Natur der Variationen geführt hat, stellt sich zunächst heraus, daß sich die Variationen der Radiolarien nur in wenigen Fällen anstandslos in den verschiedenen Kategorien unterbringen lassen, welche in der neueren Variationslehre eine größere oder geringere Anerkennung gefunden haben. Es hängt dies zum Teil damit zusammen, daß es bei den Radiolarien nicht möglich ist, die Erblichkeitsverhältnisse festzustellen und daß infolgedessen ein wichtiges Kriterium, das Verhalten einer Variation bei der Vererbung, vielfach keine Anwendung finden kann. Zum Teil hat aber die mangelhafte Uebereinstimmung ihren Grund in dem Umstand, daß die drei Hauptgruppen der erblichen Variationen, die man neuestens ge-

wöhnlich unterscheidet, die Fluktuationen im Darwin'schen Sinne, die sprungweisen Abänderungen eines oder einiger weniger Merkmale (Partialmutationen) und die sprungweisen Umstimmungen des ganzen Habitus (Totalmutationen vom *Oenothera*-Typus), möglicherweise in ihrer letzten Wurzel, in den Abänderungen der Konstitution des Artplasmas, aufs innigste miteinander zusammenhängen, und daß für ihr Zustandekommen nicht notwendig wesentliche Unterschiede im Verhalten des Artplasmas angenommen werden müssen. Allerdings entsprechen den Fluktuationen „wahrscheinlich ebenfalls nur kleine, fluktuierende Veränderungen in der Struktur des Artplasmas. Dagegen ist es auf der anderen Seite nicht notwendig, daß den sprungweisen Abänderungen oder Mutationen immer auch größere, sprungweise, etwa kaleidoskopische Strukturveränderungen des Artplasmas zu Grunde liegen". Vielmehr könnten „sprungweisen Abänderungen des Artbildes sehr wohl fluktuierende Abweichungen des Artplasmas von sehr geringer Amplitude zu Grunde liegen" (1908, S. 362 f.). Es wird, wie schon Roux (1893, S. 426) hervorgehoben hat, eine besondere Aufgabe der Entwicklungsmechanik sein, nachzuweisen, „in welchen speciellen Fällen kleine Aenderungen des Keimplasmas auch nur kleine Aenderungen des aus ihm Entwickelten zur Folge haben, unter welchen Verhältnissen dagegen sie große Veränderungen des letzteren, wie z. B. plötzliche Vermehrung der Zahl ganzer Organe oder Organkomplexe, veranlassen können".

Bei den Radiolarien ist die entwicklungsmechanische Methode vorläufig nicht zur Anwendung gekommen, und ihre Heranziehung wird wohl auch in Zukunft mit großen Schwierigkeiten verknüpft sein. Dennoch gewähren unsere Objekte bestimmte Anhaltspunkte für eine nähere Begründung der auch von anderen Forschern, z. B. von Plate (1908, S. 317) vertretenen Annahme, daß zwischen den genannten drei Kategorien keine strengen Unterschiede bestehen [1]), und damit liefern sie auch eine Erklärung für die Thatsache, daß nicht alle in der Natur beobachteten Variationsformen sich zwanglos einer der drei Klassen einreihen lassen.

Der Grund, weshalb gerade bei den Radiolarien in diese Verhältnisse etwas tiefer eingedrungen werden kann und die physiologischen Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Typen der Variabilität deutlicher als bei vielzelligen Organismen hervortreten, liegt vor allem in dem Umstand, daß der Entwicklungsweg zwischen der nicht-differenzierten lebenden Substanz (dem Keim- oder Artplasma) und dem fertigen Gattungs- und Artbild verhältnismäßig kurz ist und daß es daher möglich ist, die entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge wenigstens zu einem großen Teil in ihre Elementarprozesse aufzulösen. Als ein besonders günstiges Moment kommt dabei in Betracht, daß der ganze, komplizierte, in vieler Hinsicht noch nicht analysierbare Mechanismus der Kern- und Zellteilung, welchem in der Entwicklungsphysiologie der Vielzelligen eine beherrschende Rolle zufällt, bei den Formbildungsvorgängen der Radiolarien nur in sehr geringem Maße hereinspielt und daß die verschiedenen Elementarprozesse, auf deren Zusammenwirken die Skelettbildung beruht, besonders die Sekretions- und intracellulären Sprossungsvorgänge, relativ einfacherer Art sind, als die komplexen, ihrerseits aus zahlreichen Elementarprozessen zusammengesetzten Zell- und Kernteilungsvorgänge.

1) Auch meine, seit mehreren Jahren mit zwei Rassen des Axolotl *(Amblystoma tigrinum)* ausgeführten Kreuzungsversuche haben zu dem Ergebnis geführt, daß der Albinismus wenigstens in diesem Falle eher einen fluktuierenden, als einen ausgesprochen mutativen Charakter zeigt, was ja im übrigen bei der Auffassung, daß er im wesentlichen eine Entwicklungshemmung darstellt, nicht zu verwundern ist (Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1908).

Die Möglichkeit eines engen Zusammenhangs zwischen sprungweiser und kontinuierlicher Variabilität ergiebt sich nun daraus, daß die bei der Skelettbildung beteiligten Elementarprozesse allerdings physiologischer Natur sind, daß sie aber in ihrem Ablauf den physikalischen Gesetzen, welche für die Oberflächenspannung, die Kohäsion und Adhäsion, die Veränderungen der Aggregatzustände Giltigkeit haben, unterworfen sind. Damit hängt zusammen, daß die Elementarprozesse, welche zwischen die Veränderungen der lebenden Substanz selber und zwischen die Entfaltung des äußeren Artbildes eingeschoben sind, vielfach diskontinuierlicher Natur sind, in ähnlicher Weise, wie z. B. das Platzen einer Seifenblase oder die Ausfällung eines Salzes aus der Mutterlauge, und es folgt daraus schließlich, daß wir bei Sprüngen oder Diskontinuitäten in der Zusammensetzung des Artbildes nicht immer auf sprunghafte Abänderungen in der Konstitution der lebenden Substanz zurückzugreifen brauchen, daß vielmehr ihre Ursache häufig näher liegt, nämlich in diskontinuierlichen Verhältnissen rein physikalischer Natur, welchen die Elementarprozesse der Entwicklung unterliegen. Ein Beispiel wird dieses Verhältnis deutlicher hervortreten lassen. Es wurde früher zu zeigen versucht, daß die Struktur der Füllsubstanz, d. h. der inneren Schichten der Schalenwandungen und insbesondere der Gitterbalken und Radialstacheln, zunächst abhängig ist von der Größe, Zahl und Dichtigkeit der Tropfen, in welchen das Collenchym, d. h. die gallertige Vorstufe der Füllsubstanz, zur Abscheidung gelangt, und ferner davon, ob die Collenchymtropfen während ihres Wachstums getrennt bleiben oder vor Eintritt der Verkieselung in größerem Umfang zusammenfließen, ob also die Entwicklung der Collenchymsubstanz einen kontinuierlichen oder einen diskontinuierlichen Verlauf nimmt. Der Endeffekt, so wie er in den fertigen Strukturen zu Tage tritt, wird in beiden Fällen ein sehr verschiedener sein können — ich erinnere an die früher (S. 650) besprochenen Gegensätze zwischen gekammerten und hohlen Radialstacheln, zwischen „Radgelenken" und einfachen Knotenpunkten —, dagegen könnte sehr wohl angenommen werden, daß in den beiden Fällen die Unterschiede in der stofflichen Zusammensetzung des Keim- oder Artplasmas und damit auch der Abscheidungsprodukte nur minimale sind. Denn es ist klar, daß schon ganz geringe quantitative oder stoffliche Differenzen der letzteren genügen können, um in dem einen Fall ein Getrenntbleiben, im anderen ein Zusammenfließen der Tröpfchen herbeizuführen. Diesem Beispiel ist zu entnehmen, daß in der That sprungweisen Abänderungen des Artbildes kontinuierliche Abweichungen des Artplasmas zu Grunde liegen könnten.

Wenn wir uns nun zum Schluß der Frage zuwenden, welchen Variationen eine Bedeutung für die Artbildung zugeschrieben werden muß, so hängt die Möglichkeit ihrer teilweisen Beantwortung davon ab, ob bei den Radiolarien „morphologisch-geographische Formenketten" (P. und F. Sarasin, 1899; Plate, 1907, S. 584) nachgewiesen werden können. Denn da bis jetzt keine Zuchtversuche vorliegen und da auch das paläontologische Material für das Studium der Artbildung nicht ausreichend ist, so sind wir zunächst ausschließlich auf die vergleichende Betrachtung benachbarter, zu einem Formenkreise gehöriger Lokalformen angewiesen. Stellt sich hierbei heraus, daß derartige Lokalformen nicht bloß geographisch aneinander stoßen, sondern auch in morphologischer Hinsicht kontinuierlich ineinander übergehen, daß also, wie Plate sagt, die Reihen der räumlichen Verbreitung mit denjenigen der Gestaltsveränderungen zusammentreffen, so läßt sich für die Radiolarien

wenigstens ein Weg bezeichnen, auf welchem sich der Artbildungsprozeß mit Wahrscheinlichkeit vollzogen hat.

In der That läßt sich nun, speciell bei den Tripyleen, eine ganze Anzahl von morphologisch-geographischen Formenketten nachweisen, und zwar sehen wir innerhalb dieser Reihen bald nur ein einziges Merkmal, bald eine ganze Gruppe von solchen kontinuierlich variieren. In erster Linie kommen dabei diejenigen Charaktere in Betracht, welche in strengem Sinne des Wortes fluktuierende Abänderungen zeigen, vor allem die Größe, die Gesamtform des Körpers und die Masse des Skelettes, insbesondere die Schalendicke.

Mit Bezug auf die Größe bilden wahrscheinlich die beiden Rassen von *Aulacantha scolymantha*, die knepho- bezw. pamplanktonische Zwergrasse (var. *typica*, S. 502, Textfig. 133, 134) und die skotoplanktonische Riesenform (var. *bathybia*, Textfig. 135) eine solche Formenkette. Allerdings habe ich leider, solange mein Material noch vollständig war, versäumt, mittelst genauer Messungen der an den einzelnen Fundorten erbeuteten Exemplare den strengen Nachweis zu führen, daß die beiden Rassen hinsichtlich des Weichkörperdurchmessers kontinuierlich ineinander übergehen. Ich möchte aber auf Grund der vorliegenden Messungen vermuten, daß sich bei eingehender Untersuchung die Größenverhältnisse von *Aulacantha scolymantha* durch eine zweigipfelige Galton-Kurve werden darstellen lassen.

Eine Formenkette, deren beiden Hauptglieder sowohl durch die Größe, wie durch die Form voneinander unterschieden sind, bilden die atlantisch-indische, skotoplanktonische *Protocystis Sloggetti* (S. 525, Textfig. 149) und die bipolare, knephoplanktonische *P. Harstoni* (Textfig. 150). Die kleinsten *Sloggetti*-Exemplare kommen mit 0,2 mm Schalenhöhe den größten *Harstoni*-Exemplaren mit 0,18 mm sehr nahe, und in Bezug auf die Form bilden einige antarktische *Harstoni*-Exemplare Zwischenstufen (Syst. Teil, S. 270). Doch sind im ganzen die Uebergänge ziemlich selten, und wir haben also augenscheinlich zwei Formen vor uns, welche nahe daran sind, einen vollkommen selbständigen Charakter anzunehmen.

Hinsichtlich der Schalendicke bilden die Vertikalrassen von *Challengeron armatum* (S. 513, Textfig. 142) eine ausgeprägte Formenkette. Wie namentlich die Stufenfänge der indischen Station 229, aber auch andere Funde erkennen lassen, nimmt mit zunehmender Tiefe die Dicke der Schale kontinuierlich zu, während gleichzeitig die Zahl der Randstacheln im allgemeinen eine Abnahme erfährt. Aehnliche Verhältnisse scheint die Cyrtellariengattung *Lamprocyclas* darzubieten (Syst. Teil, S. 430).

Von besonderem Interesse sind nun ferner solche geographische Formenketten, deren einzelne Glieder durch Abänderung meristischer Charaktere entstehen. Eine mehrfach gegabelte Formenkette, auf welche ich schon bei meinen ersten Untersuchungen (1904) gestoßen bin, wird durch die Lokalformen der Großart *Aulospathis variabilis* (Taf. VII) gebildet. Da sich hier die meristischen Abänderungen auf die einzelnen Radialstacheln und zwar besonders auf deren Terminaläste erstrecken, also partieller Natur sind, und da bei den einzelnen Individuen einer Unterart die Radialstacheln in verschiedenem Grade und nach verschiedenen Richtungen hin variieren, so ist hier der Uebergang von Individuum zu Individuum, von Unterart zu Unterart trotz des meristischen Charakters der Abänderung ein ganz kontinuierlicher, und theoretisch wäre es daher möglich, mit Hilfe vieler Einzelkurven, welche die Zahlenverhältnisse der ver-

schiedenen Individuen je eines Fundortes zum Ausdruck bringen, eine abgeleitete Kurve zu konstruieren, welche die Uebergänge zwischen den einzelnen Unterarten graphisch veranschaulicht [1]). Eine besondere Komplikation erfahren in Wirklichkeit die Verhältnisse deshalb, weil bei *Aulospathis variabilis* außer den Terminalästen auch die Lateraläste ihrer Zahl und Anordnung nach beträchtliche Schwankungen aufweisen. Berücksichtigt man aber in erster Linie die Zahl der Terminaläste, so bildet die trioceanische *Aulospathis variabilis triodon* (Taf. VII, Fig. 78) eine Art Mittelpunkt, an welchem sich in den eigentlichen Tropen die Varianten *tetrodon* (Fig. 77) mit 4 und *aulodendroides* (Fig. 76) mit bis zu 9 Terminalästen angliedern, während in den kühleren Meeresgebieten, insbesondere im Benguelastrom, alle Uebergänge zur zweiästigen, antarktischen Variante *diodon* (Fig. 79) nachzuweisen sind. Gleichzeitig sehen wir aber, wie im Benguelastrom, in dessen tieferen Schichten (*Aulospathis*-Stufe der Tuscarorenschicht, 1000—1500 m) der Uebergang zwischen den Varietäten *triodon* und *diodon* sich vollzieht, auch eine Abzweigung in vertikaler Richtung, nach oben zu stattfindet, insofern gerade hier zahlreiche Zwischenformen zwischen *triodon* und *diodon* einerseits und der in höheren Schichten (*Pandora*-Stufe der Tuscarorenschicht, 400—1000 m) lebenden Unterart *monodon* (Fig. 80) gefunden werden. Schließlich ist zu erwähnen, daß in zwei zu beiden Seiten des Aequators gelegenen (subtropischen) Zonen die durch blasig aufgetriebene Stachelenden charakterisierten Varianten *bifurca* und *trifurca* (Fig. 72—75) sich von der Grundreihe *aulodendroides-tetrodon-triodon-diodon* abzugliedern und zu emancipieren bestrebt sind. Ob diese beiden Varianten andere Tiefenhorizonte bewohnen, als die Formen der Grundreihe, konnte nicht festgestellt werden. Die außerordentliche Dicke der Stachelwandung, durch welche einzelne Exemplare dieser Varietäten ausgezeichnet sind, würde auf ein Vorkommen in besonders großen Tiefen hinweisen.

Ebenso wie die meristischen Abänderungen partieller Natur zur Entstehung von morphologisch-geographischen Formenketten führen können, so gilt dies auch für die meristischen Schwankungen in der Stachelzahl und damit im strahligen Bau des Gesamtkörpers. So sind z. B. die beiden geographischen Unterarten von *Tuscaretta globosa*, die atlantische und die antarktische, in erster Linie durch die verschiedene Stachelzahl, daneben auch durch Schalenform und Schalendicke, charakterisiert, und auch bei *Tuscaretta tubulosa* spielt die Stachelzahl bei der Differenzierung der einzelnen Unterarten eine gewisse Rolle.

Schon bei mehreren der bisher besprochenen Formenketten handelt es sich nicht bloß um die allmähliche Abänderung eines einzigen, sondern um das gleichzeitige Variieren mehrerer Merkmale. Letztere Erscheinung tritt besonders schön bei der kosmopolitischen Großart *Auloceros arborescens* hervor, bei welcher fast alle äußeren Merkmale variabel sind, so die Zahl, die Verzweigungsweise und die Richtung der Terminaläste, der Ausbildungsgrad der Spathillen, die Größe und Beschaffenheit des Weichkörpers, die Zahl und Lage der Centralkapseln u. s. w. Da zwischen den meisten Merkmalen nur eine geringe Korrelation besteht, so zeigen die an den nämlichen Fundorten erbeuteten Individuen ein sehr wechselndes Aussehen, und es scheint zunächst fast unmöglich zu sein, eine systematische Gliederung unserer Großart vorzunehmen. Doch heben sich immerhin einige geographische Unterarten gewissermaßen als „Kerne“ aus dem Chaos

1) Die Herstellung einer solchen abgeleiteten Kurve war mir nicht möglich, da gerade bei *Aulospathis* sehr zahlreiche Exemplare unvollständig waren, und zum Teil auch deshalb, weil bereits ein Teil des Materials geschnitten war, als ich an diese Verhältnisse näher herantrat.

von Formen hervor, so daß auch hier von Formenketten gesprochen werden kann (vergl. die Tafelerklärung zu Taf. III). Aehnliches gilt für *Aulokleptes ramosus, Aulosphaera bisternaria, Castanidium variabile* und manche andere unter den häufigeren, mehr oder weniger kosmopolitischen Tripyleen.

Alles in allem ergiebt sich, daß sowohl die eigentlich fluktuierenden (streng kontinuierlichen), als auch die meristischen Variationen bei der Bildung von morphologisch-geographischen Formenketten beteiligt sind, und daß wir also allen diesen Typen der Variabilität eine Bedeutung für die Artbildung zuzuschreiben haben. Jedenfalls findet die Annahme, daß die Glieder der hier aufgezählten Formenketten mutativ entstandene, selbständig nebeneinander fortlaufende und durch strenge Erblichkeit charakterisierte Elementararten vom *Oenothera*-Typus darstellen, in den Beobachtungen keine Stütze, und sie ist mindestens bei einigen Beispielen, so bei den Vertikalrassen von *Challengeron armatum*, bei den Unterarten von *Aulospathis variabilis*, direkt auszuschließen, da hier die Artbildung im wesentlichen auf dem Variieren eines einzigen Merkmales beruht und die Reihen nirgends eine Unterbrechung zeigen.

Da nun ferner mehrere der vorgeführten Beispiele die einzelnen Stufen der Artabtrennung in deutlichster Weise erkennen lassen — so zeigt z. B. *Aulospathis variabilis bifurca* die beginnende Emancipation von der Grundform, *Protocystis Harstoni* und *Sloggetti* lassen eine bereits sehr weit vorgeschrittene Durchteilung der Art hervortreten —, so scheint es mir keinem Zweifel zu unterliegen, daß die morphologisch-geographischen Formenketten der Tripyleen in ähnlicher Weise, wie dies von den Vettern Sarasin für die Landschnecken von Celebes und von Plate für die *Cerion*-Arten der Bahamas dargestellt wurde, den Artbildungsprozeß in seinen verschiedenen Etappen örtlich nebeneinander, also gleichzeitig vor Augen führen (vergl. auch Weismann, 1904, Bd. II, S. 254).

Es wird im Schlußabschnitt nochmals darauf hinzuweisen sein, daß bei den Tripyleen die Wirkung der Isolation, welche in den Formenketten der Landtiere in mehr oder weniger deutlicher Weise systematisch verwertbare Einschnitte hervorzurufen pflegt, in Wegfall kommt. Aber auch sonst sind unsere Formenketten von denjenigen der Landschnecken und anderer Landtiere[1]) unterschieden, vor allem dadurch, daß sich wenigstens in vielen Fällen die Abänderungen als zweckmäßig, die einzelnen Stufen der Variation demnach als Anpassungsstufen darstellen (siehe Abschnitt I und II) und daß wir daher die Annahme machen müssen, daß die Entstehung dieser Formenketten und überhaupt der Artbildungsprozeß der Tripyleen in hohem Maße von der Selektion beherrscht wird (vergl. Weismann, l. c. S. 252).

Es bleibt zum Schluß noch die Frage zur Beantwortung übrig, inwieweit bei den Radiolarien auch die anderen Typen der Variabilität für die Artbildung eine Bedeutung haben.

Wie früher auseinandergesetzt wurde, dürfen wohl die stachellosen Varianten vieler Tripyleenformen als retrogressive Mutationen angesehen werden. Ich erinnere z. B. an das Verhältnis der stachellosen *Protocystis*-Arten *trideus* und *acornis* (Taf. XLIX, Fig. 385 und 382) zu der einstacheligen *P. Swirei* (Fig. 384) und der zweistacheligen *P. bicornis* (Fig. 387). Ob nun

1) Namentlich auf ornithologischem Gebiete sind neuerdings einige sehr instruktive Formenketten bekannt geworden.

eine Entstehung solcher stachelloser Formen jederzeit stattfinden kann, oder ob sie nur unter gewissen Umständen vor sich geht, mag nicht weiter erörtert werden, jedenfalls dürfte aber mit der Möglichkeit zu rechnen sein, daß in diesem und in einigen ähnlichen Fällen unter geeigneten Bedingungen eine artliche Abzweigung und Selbständigmachung der stachellosen Defektrassen stattfinden könnte.

Bei dem eben erwähnten Beispiel handelt es sich um stachellose Formen, welche trotz ihres möglicherweise mutativen Charakters nicht ganz unvermittelt dastehen, sondern nur das äußerste Endglied einer Reihe bilden, in welcher offenbar eine successive Reduktion der Stachelzahl stattgefunden hat. Es fragt sich nun, ob wohl bei den Tripyleen auch solche mutative Prozesse, durch welche wirklich Neues, Unvermitteltes geschaffen wird, zur Entstehung selbständiger Arten führen können. Schon die stachellose Variante von *Cannosphaera antarctica* (Taf. XIV, Fig. 143), welche gegenüber der vollstacheligen Form nicht bloß in morphologischer, sondern sicher auch in hydrostatischer und ernährungsphysiologischer Hinsicht eine Abweichung darstellt, legt diese Frage nahe, und spätere Untersuchungen über die horizontale und vertikale Verbreitung und das jahreszeitliche Auftreten der Variante werden sicher Material zu ihrer Beantwortung beibringen können.

Im allgemeinen werden allerdings Partialmutationen, also sprungweise Abänderungen einzelner Teile des Radiolarien-Organismus, nicht im stande sein, lebenskräftige Rassen oder Arten zu schaffen. Setzen wir z. B. den Fall, in einem *Aulosphaera*-Skelett seien auf Grund eines progressiven (?degressiven) Prozesses sämtliche „Radgelenke" in einfache Knotenpunkte vom Castanellidentypus umgewandelt (S. 599, Textfig. 175), so würde damit offenbar noch kein harmonisches Gebilde entstehen können. Denn die vergleichende Betrachtung lehrt, daß sämtliche Castanelliden (vergl. S. 519, Textfig. 146; S. 613, Textfig. 183) sich von den Aulosphäriden nicht bloß durch die Beschaffenheit der Knotenpunkte, sondern regelmäßig auch durch zahlreiche andere Merkmale unterscheiden, so durch die stärkere Abrundung der in den Knotenpunkten zusammenstoßenden Winkel, durch ein anderes Verhältnis zwischen Balkenbreite und Porenweite, durch eine weniger regelmäßige Anordnung der Knotenpunkte und durch Ausfüllung der Balkenhohlräume mit sekundärer Kieselsubstanz. Diese Merkmale verdanken ihre ontogenetische Entstehung mindestens zum Teil selbständigen Elementarprozessen (S. 629), sie stehen also nicht in einer apriorischen, ontogenetischen Abhängigkeit voneinander (z. B. ist die Abscheidung der sekundären Kieselsubstanz ein von der Anordnung der Knotenpunkte durchaus unabhängiger Prozeß). Wenn nun trotzdem eine regelmäßige Kombination dieser nur zum Teil in Korrelation stehenden Merkmale besteht, so weist dies darauf hin, daß, falls den Castanelliden und Aulosphäriden thatsächlich eine gemeinsame phylogenetische Wurzel zuzuschreiben ist, der Uebergang von einer Gruppe zur anderen nicht auf Grund einer sprungweisen Abänderung eines Merkmals vor sich gegangen sein kann und daß dann die anderen Merkmale gewissermaßen mitgerissen worden sind, sondern daß sowohl die Castanelliden- wie die Aulosphäridenschalen, wie Weismann (1904, Bd. II, S. 258) sagt, Variationskomplexe darstellen, deren Entstehung wir uns als eine allmähliche, durch selektive Prozesse verschiedener Art beeinflußte zu denken haben. Wir kommen also auch auf diesem Wege zu der Anschauung zurück, daß bei den Radiolarien die fluktuierenden und meristischen Abänderungen die wesentliche Grundlage für die Artbildung bilden müssen.

Fortpflanzungsgeschichte.

Die Frage nach der Entstehung der Arten wird im Schlußwort, welches von dem Formenreichtum handelt, nochmals von anderen Gesichtspunkten aus in Angriff genommen werden. Hier soll den Kapiteln über Vererbung und Variation zunächst die Besprechung der Fortpflanzungsgeschichte angereiht werden, eine Zusammenstellung, die heutzutage keiner Rechtfertigung mehr bedarf.

Bezüglich der Fortpflanzungsgeschichte der Radiolarien sind wir in erster Linie auf die grundlegenden, aber untersuchungstechnisch bereits veralteten Arbeiten von R. Hertwig und Brandt über die Fortpflanzung der Collodarien und Polycytharien und auf die schönen Beobachtungen von Karawajew und namentlich von Borgert über die mitotische Zweiteilung von *Aulacantha scolymantha* angewiesen. Die Veröffentlichung weiterer, auf die amitotische Teilung und die Schwärmerbildung von *Aulacantha* bezüglicher Beobachtungen ist von seiten Borgert's angekündigt, und außerdem stehen, soviel mir bekannt ist, von zwei Seiten her ausführliche Bearbeitungen der Acantharien-Entwicklung in Aussicht.

Ich selbst bin, trotz des reichlichen und teilweise vorzüglich konservierten Materials, leider nicht in der Lage, für eine einzelne Tripyleengruppe eine vollständige Entwicklungsgeschichte zu liefern. Doch konnte ich eine ganze Reihe von Einzelfunden machen, von welchen einige auch für die allgemeine Fortpflanzungsgeschichte von Interesse sein dürften, und außerdem gelang es mir, dank einigen besonders glücklichen Zufallsfunden, bei einer Collodarie *(Oroscena regalis)* eine größere Strecke aus dem Fortpflanzungscyklus eingehender zu untersuchen. Meine Schüler, H. Mast, hat außerdem bei den Astrosphäriden der „Valdivia"-Ausbeute eine größere Anzahl bemerkenswerter Bilder gefunden, über welche er demnächst berichten wird.

Alles in allem ist es also bis jetzt noch nicht gelungen, auch nur für eine Form den schon auf Grund der Brandt'schen Untersuchungen sicher zu erwartenden Nachweis zu führen, daß die Fortpflanzungsgeschichte sich im allgemeinen als ein regelmäßiger Generationswechsel, ähnlich demjenigen anderer Protozoen, abspielt (vergl. auch Lang, 1901, S. 212), und so ist auch der Zeitpunkt noch nicht gekommen, um eine allgemeine Fortpflanzungsgeschichte der Radiolarien zusammenzustellen. Ich werde mich daher im folgenden darauf zu beschränken haben, dasjenige vorzuführen, was ich über die Centralkapsel, den Kern und die Kernteilungsvorgänge der Radiolarien zu ermitteln im stande war, und im Zusammenhang damit einige Einzelbefunde hervorzuheben, welche sich auf bestimmte Etappen des Fortpflanzungscyklus beziehen.

Wie bei den „vegetativen" Lebensprozessen im engeren Sinne des Wortes, so fällt der Centralkapsel der Radiolarien auch bei den Fortpflanzungsvorgängen eine bedeutsame Rolle zu: sie schließt den Kern im ruhenden Zustand und während der Teilung gegen die in der Extrasarkode sich abspielenden gröberen motorischen und ernährungsphysiologischen Prozesse ab; sie bildet, wenigstens bei bestimmten Teilungsvorgängen der Tripyleen, auch noch für die neugebildeten Tochterkerne für längere Zeit eine schützende Einfriedigung; ferner kann sie in Gestalt einer cystenartigen Embryonalhülle den Tochter-Individuen nach dem Verlassen der Mutterschale als provisorisches Schutzorgan dienen *(Challengeria, Planktonetta)*, und endlich

funktioniert sie bei den Spumellarien als Behälter für die Sporenmutterzellen und Sporennester bis zur Ausstreuung der reifen Schwärmer.

Diese vielseitige Aufgabe, welche der Centralkapsel bei der Fortpflanzung zufällt, sowie die bei den Tripyleen verbreitete Erscheinung, daß die Teilung der Centralkapsel zeitlich und in morphologisch-physiologischer Hinsicht viel engere Beziehungen zur Teilung des Kernes als zu derjenigen des Gesamtkörpers zeigt, lassen eine kurze Besprechung der Centralkapsel an dieser Stelle angebracht erscheinen. Ich werde mich dabei im wesentlichen auf die Aufzählung derjenigen Punkte beschränken, in welchen ich über die Ergebnisse meiner Vorgänger hinausgehen konnten.

Bau und Teilung der Centralkapsel.

Centralkapsel der Tripyleen. Die doppelte Natur der Centralkapselmembran, welche in der Regel unter den für die Tripyleen-Centralkapsel charakteristischen Merkmalen aufgezählt zu werden pflegt (vergl. Syst. Teil, S. 2), konnte nicht bei allen Gruppen mit Bestimmtheit nachgewiesen werden. So fand ich z. B. bei den Cölodendriden auf Schnittpräparaten stets nur eine einfache Membran. Dagegen tritt die zweischichtige Struktur besonders deutlich bei einigen specialisierten Vorkommnissen hervor, so bei der Centralkapsel der größeren Medusettiden, bei welchen wahrscheinlich, wie schon Fowler angegeben hat, das „Diaphragma" als eine lokale Verdichtung der äußeren Hülle (Ectocapsa) anzusehen ist (Taf. LVIII, Fig. 456), und bei der Embryonalhülle von *Challengeria* (S. 621, Textfig. 195, sowie Taf. LII, Fig. 430).

Was das andere, als charakteristisch angesehene Merkmal der Tripyleen-Centralkapsel, die Zahl der Oeffnungen, anbelangt, so konnte ich die Beobachtungen R. Hertwig's, Haeckel's und Borgert's nach verschiedenen Richtungen hin ergänzen. Nachdem der Erstgenannte die Zweizahl der Parapylen oder Nebenöffnungen bei *Aulacantha*, *Aulosphaera* und *Coelodendrum*, Haeckel dasselbe für die Concharіden und Borgert (1891, 1905) für *Castanidium* und eine Tuscaroride nachgewiesen hatte, konnte ich bei einer Circoporide (Taf. XXXIII, Fig. 255), bei einer größeren Anzahl von Tuscaroriden (Taf. XXXIII, Fig. 253 u. a.) und bei einer Challengeride (*Challengeria Naresi*, Taf. LII, Fig. 429), die nämliche Zahl feststellen. Da in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nur eine Astropyle oder Hauptöffnung vorhanden ist, so darf in der That die tripylee Beschaffenheit der Centralkapsel als ein charakteristisches, wenn auch nicht ausnahmslos vorkommendes Merkmal unserer Radiolarien-Gruppe angesehen werden (vergl. Syst. Teil, S. 2).

Keine Parapylen wurden bisher bei den Astracanthiden, Cannosphäriden, Porospathiden und bei der von Borgert aufgestellten Familie der Atlanticelliden beobachtet. Bei den offenbar als Jugendzustände zu deutenden Phäocollen (Taf. XLII, Fig. 302) war ihre Lage bei älteren Centralkapseln durch alveolenfreie Plasmahöfe angedeutet, bei den „isolierten Centralkapseln" (Syst. Teil, S. 461, Textfig. 94) tragen die Parapylen einen unfertigen Charakter. Endlich konnte bei den großen Medusettiden (Planktonetten, Nationaletten) der Nachweis geführt werden, daß die von Fowler beschriebenen „communicating tubes", welche die Centralkapsel mit dem Diaphragma verbinden (Taf. LVII, Fig. 455; Taf. LVIII, Fig. 456), nichts anderes als eine Proliferation der Parapylen darstellen.

Die Astropylen treten in der nicht in Teilung befindlichen Centralkapsel fast überall in der Einzahl auf. Bei *Challengeria Naresi* fand ich aber regelmäßig zwei Astropylen (Taf. LII, Fig. 429, 430), womit ein Uebergang gebildet wird zu den Planktonetten und Nationaletten, bei welchen die „laminated projections" (suspensory processes) FOWLER's als proliferierte Astropylen nachgewiesen werden konnten.

Bezüglich des Baues und der Funktion der Oeffnungen kann ich den Angaben von R. HERTWIG (1879), BORGERT (1891, 1900) und KARAWAJEW (1895) nur wenig Neues hinzufügen. An den Parapylen fand ich bei allen Tripyleen, bei denen sie überhaupt beobachtet wurden, und namentlich sehr deutlich bei den Tuscaroriden den von den genannten Forschern beschriebenen Aufbau (Textfig. 206), nämlich den durch eine ringförmige Verdickung der Centralkapselmembran gebildeten Oeffnungshals *(öh)*, den halbkugeligen oder scheibenförmigen Bulbus *(b)* und den in seiner Mantelschicht fein gestreiften Oeffnungskegel *(ök)*, welcher sich in ein Rohr, die Paraboscis BORGERT's, verlängert. Dieses Rohr ist speciell bei den Tuscaroriden, wie dies auch BORGERT (1905, Fig. A) angedeutet hat, sehr stark verlängert und ziemlich nahe über der Centralkapselmembran unter rechtem Winkel abgebogen (Taf. XXIV, Fig. 183; Taf. XXXII, Fig. 240). Die beiden Kamine *(ka)*, wie ich in solchen Fällen die dem eigentlichen Oeffnungskegel aufgesetzten rohrförmigen Gebilde nennen möchte, sind regelmäßig voneinander abgekehrt und liegen in der die drei Centralkapselöffnungen verbindenden Medianebene. Angesichts dieser konstanten Anordnung kann kein Zweifel darüber bestehen, daß es sich wirklich um relativ starre Organellen handelt und nicht etwa, wie von einzelnen, durch die Konservierung verquollenen Objekten vorgetäuscht wird, um eine Reihe austretender Flüssigkeitstropfen. Die unter den Parapylen gelagerte alveolenfreie Plasmainsel, der Parapylenhof *(ph)*, zeigt, wie auch von BORGERT (1900) angegeben wird, häufig eine deutliche Radiärstreifung (Textfig. 208).

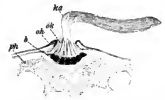


Fig. 206. Parapyle von *Tuscaretta passercula*. *Ka* Kamin, *ok* Oeffnungskegel, *öh* Oeffnungshof, *b* Bulbus, *ph* Parapylenhof.

Von weiteren Einzelheiten, welche vielleicht für die Kenntnis der Parapylen einige Bedeutung haben, sei noch folgendes erwähnt:

Der Oeffnungshals stellte sich bei den beiden Parapylen eines Exemplars von *Aulatractus fusiformis* als ein besonders breiter Kragen dar, welcher eine deutliche Kontinuität mit der (? doppelten) Centralkapselmembran erkennen ließ (Textfig. 209, 210c).

Der scheibenförmige Bulbus zeigte bei *Tuscaretta passercula* in seinen Randpartien einen Kranz von dunklen (zum Teil scheinbar vakuolisierten) Tröpfchen, welche sich nach außen in einige besonders starke Mantelfasern des Oeffnungskegels fortsetzen (Textfig. 206, 207). Während bei einem Exemplar von *Aulatractus* (Textfig. 208) und ebenso bei der einen Parapyle eines anderen Exemplars (Textfig. 209) der Bulbus sich als eine homogen gefärbte, napf- oder kuchenförmige Masse darstellte, machte er bei der Schwester-Parapyle der letzteren den Eindruck eines Hohlringes, durch dessen Oeffnung die streifig erscheinende Intrasarkode lavaartig durchgebrochen war (Kunstprodukt? Textfig. 210a—c).

Der Oeffnungskegel erschien bei einem jugendlichen Exemplar von *Aulatractus* deutlich als ein schlauch- oder strumpfartiges Gebilde, welches dem Oeffnungshalse an seiner Außenseite aufgesetzt war (Textfig. 208; auch in 210b und c zu sehen).

Das Kamin konnte in keinem Falle als ein hohles Gebilde mit Sicherheit erkannt werden, doch fand sich einmal bei *Tuscaretta* in seinem Anfangsabschnitt eine färbbare Masse, welche den Eindruck eines den Hohlraum des Rohres ausfüllenden, durch die Konservierung geschrumpften Sekretpfropfens machte (Textfig. 207).



Fig. 207.



Fig. 208.

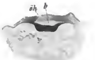


Fig. 209.

Fig. 207. Schräger Tangentialschnitt durch eine Parapyle von *Tuscaretta passercula*.
Fig. 208 Parapyle von *Aulatractus*.
Fig. 209. Parapyle von *Aulatractus*, angeschnitten. *öh* Oeffnungshals, *b* Bulbus.

So wenig nun auch alle Strukturverhältnisse der Parapylen vollständig aufgeklärt werden konnten[1]), so dürfte doch feststehen, daß sie wirklich „Oeffnungen" der Centralkapsel darstellen, daß sie aber bei der Nahrungsaufnahme unbeteiligt, also nicht als Ingestionsöffnungen zu betrachen sind. Dagegen spricht schon ihre vom Phäodium abgewandte Lage, vor allem aber auch der Umstand, daß bei einigen Formen, z. B. bei den Tuscaroren (vergl.

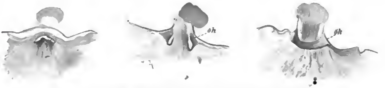


Fig. 210a—c. Drei Schnitte durch eine Parapyle von *Aulatractus* (Schwesterparapyle zu Fig. 209).

den allerdings geschrumpften Längsschnitt Taf. XXIII, Fig. 182), die Parapylenseite regelmäßig der Schalenwandung dicht angeschmiegt ist, so daß eine nähere Berührung der Parapylen mit Nahrungskörpern ausgeschlossen erscheint. Dagegen liegt es nahe, daran zu denken, daß sie Egestionsöffnungen sind, durch welche nicht bloß gasförmige Stoffwechselprodukte, sondern vor allem auch die hydrostatischen Zwecken dienende Alveolenflüssigkeit (S. 511) abgeschieden werden kann. In den Fällen, wo der Bulbus eine linsen- oder scheibenförmige Gestalt und eine

1) So blieb unentschieden, ob die Basis des Bulbus wirklich immer, wie Borgert (1900, S. 255) angiebt, von einer oder von mehreren porenartigen Oeffnungen durchbrochen ist, ob das Kamin wirklich hohl oder von einem Fortsatz der Intrasarkode durchsetzt ist u. s. w.

anscheinend kompakte Beschaffenheit besitzt, wie z. B. bei den Tuscaroriden, würde man ihn vielleicht als einen eigentlichen Exkretions- oder Filtrierapparat bezeichnen dürfen.

Was die Astropylen anbelangt, so ergab eine Untersuchung der lebenden *Aulacantha* mittelst Methylenblaufärbung, daß das Operculum oder der strahlige Deckel der Hauptöffnung sich im Gegensatz zu der übrigen Centralkapselwandung hellblau färbt. Offenbar stellt also das Operculum eine für flüssige Substanzen durchlässige osmotische Membran dar, während die Strahlen, wie auf Schnitten zu ersehen ist, lamellenartige, durch undifferenzierte Plasmapartien oder auch durch Gallertstreifen getrennte Differenzierungen der Intrasarkode sind [1]) und wahrscheinlich als Versteifungseinrichtungen, vielleicht auch als Leitbahnen für den eintretenden Nahrungsstrom dienen. Speciell bei der Centralkapsel eines *Aulatractus*-Exemplars, welches, wie der in

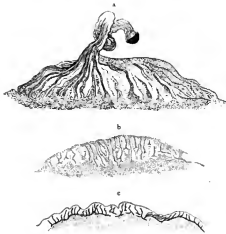


Fig. 211 a—c.

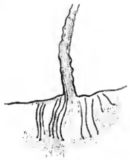


Fig. 212.

Fig. 211 a—c. Drei Schnitte durch die Astropyle eines jungen *Aulatractus*.

Fig. 212. Schnitt durch die Proboscis von *Tuscaretta passercula*.

Telophase befindliche Kern zeigte, noch jugendlichen Charakter hatte, waren die Zwischenräume zwischen den einzelnen Lamellen teilweise noch vollständig mit feinkörniger Sarkode angefüllt, zum Teil war aber die Sarkode großenteils schon durch eine ungefärbte, wahrscheinlich gallertige Substanz verdrängt, welche zunächst in der unmittelbaren Nachbarschaft der Lamellen selber zur Ausbildung gelangt, nach und nach aber die Zwischenräume zwischen den Lamellen vollständig einnimmt (Textfig. 211 a—b, vergl. 212). Hinsichtlich der Verbindung der äußeren Kanten der Lamellen mit der Centralkapselmembran bin ich bei keinem Objekte zu vollständiger Klarheit gelangt. Die inneren Kanten sind bei den Tuscaroren verdickt und zeigen dementsprechend im Durchschnitte knopfförmige Anschwellungen (Textfig. 212; Taf. XXIV, Fig. 183), bei *Aulatractus* dagegen sind sie in einiger Entfernung von der Proboscis in zwei Flügel gespalten, so daß jede

1) Karawajew hat zuerst festgestellt, daß die Streifen des Operculums den Charakter von Lamellen haben.

einzelne Lamelle einem Postament aufzusitzen scheint (Textfig. 211 b). Gegen den Rand des Operculums zu verschmelzen diese Postamente zu einem velumartigen Ringsaum (Textfig. 211 c).

Die Proboscis erwies sich in einzelnen Fällen mit Sicherheit als ein eigentliches Rohr, in dessen basale Partien sich die centralen Enden einzelner Radiärlamellen in Form von feinsten Leisten oder Falten fortsetzen, so bei *Tuscaretta passercula* (Textfig. 212) und *Aulatractus* (Textfig. 211 a). Im Gegensatz zu dem strahligen Deckel der Astropyle dürfte die Proboscis schwerlich als eine Ingestionsöffnung aufzufassen sein, vielmehr möchte ich vermuten, daß sie eine ähnliche Funktion wie die Oeffnungskegel und Kamine der Parapylen besitzt, also bei den exkretorischen Vorgängen beteiligt ist. Bei den mit zahlreichen Parapylen ausgestatteten Planktonetten und Nationaletten scheinen die Astropylen keine Proboscis zu besitzen (Taf. LVII, Fig. 455; Taf. LVIII, Fig. 456; Taf. LIX, Fig. 459).

Vor der Teilung der Centralkapsel wird, wie schon BORGERT gezeigt hat, die Zahl der Parapylen durch Neubildung auf vier erhöht, so daß jede Tochterkapsel wiederum zwei erhält. Die Astropylen der Tochterkapseln werden bei den Zweiteilungsprozessen von *Aulosphaera* und *Aulacantha* durch Teilung der Astropyle der Mutterkapsel gebildet [R. HERTWIG[1]), BORGERT], und ähnliche Verhältnisse fand ich auch bei mehrkapseligen Aulacanthiden vor. So hatten bei einem Exemplar von *Aulokleptes ramosus*, welches 4 Centralkapseln, darunter 2 zweikernige besaß, die Astropylen der letzteren eine hantel- oder biskuitförmige Gestalt angenommen und sich dabei so ausgestreckt, daß sie an der einen Seite der ellipsoidischen Centralkapsel einen großen Teil des Umfanges bedeckten. Die Zahl der Parapylen war bei diesen Kapseln bereits auf vier erhöht worden.

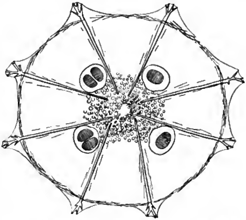
Zahl und Vermehrung der Centralkapseln der Tripyleen.

Zahl der Centralkapseln. Bei den meisten Tripyleen ist außerhalb der Teilungsperioden nur eine Centralkapsel vorhanden (monocystine Formen). Indessen konnte an der Hand des „Valdivia"-Materials der Nachweis geführt werden, daß die Angehörigen einer Anzahl von Gruppen normalerweise mit zwei Centralkapseln ausgestattet sind (dicystine Formen). Es sind dies mehrere Aulacanthiden aus den Gattungen *Aulographis* (S. 556, Textfig. 154, 2), *Auloceros* (Taf. III) und *Aulokleptes* (Taf. IV, Fig. 37), sodann die Astracanthiden (Taf. LXXII, Fig. 530) und Tuscaroriden (Taf. XXII ff.), sowie *Phaeocolla valdiviae* (Taf. XLII, Fig. 302), welche indessen wahrscheinlich nur den skelettlosen Jugendzustand einer dicystinen Aulacanthidenart darstellt. Während in der Regel näher verwandte Formen die gleiche Anzahl von Centralkapseln besitzen und insbesondere die zahlreichen Arten der Tuscaroriden durchweg als dicystin nachgewiesen werden konnten, schwankt die Zahl der Kapseln innerhalb der Großart *Auloceros arborescens*, indem einige Unterarten monocystin, andere dicystin sind.

Durchschnürung der Centralkapsel. Die Vermehrung der Centralkapseln erfolgt auf Grund eines Durchschnürungsprozesses, welcher von einem die Astropyle schneidenden Aequator ausgeht (Näheres bei BORGERT, 1900, S. 238). Bemerkenswert ist nun vor allem, daß

1) Vergl. R. HERTWIG, 1879, Taf. X, Fig. 2 (kopiert im Syst. Teil, S. 109, Textfig. 15).

der Zeitpunkt der Kapselteilung ein verschiedener sein kann, so daß man einen *Aulacantha*- und einen *Aulosphaera*-Typus unterscheiden kann: bei *Aulacantha scolymantha* nimmt die an der aboralen (parapylären) Seite beginnende Durchschnürung bereits ihren Anfang, wenn die Tochterkernplatten, d. h. die sich rekonstruierenden Tochterkerne das Maximum ihres Abstandes erreicht haben und, unter Zurückkrümmung ihrer Ränder, die für diese Phase charakteristische schüsselförmige Gestalt anzunehmen beginnen (Borgert), dagegen erfolgt bei vielen anderen Formen die Kapselteilung erst, nachdem die Kerne in das „Ruhestadium" eingetreten sind und sich, unter Freilassung einer plasmatischen Zwischenschicht, gegenseitig stark genähert und an ihrer Medianseite mehr oder weniger abgeplattet haben, also in dem schon von früheren Autoren (R. Hertwig, Haeckel) bei verschiedenen Formen beobachteten zweikernigen Stadium (vergl. R. Hertwig, 1879, Taf. X, Fig. 2, kopiert im Syst. Teil, S. 109, Textfig. 15). Der Vorgang der Durchschnürung wurde allerdings in diesem Stadium niemals in allen seinen Phasen beobachtet, doch steht es außer Zweifel, daß auf das zweikernige Stadium thatsächlich immer eine Zweiteilung der Kapsel erfolgt, und daß nicht etwa Kopulationszustände in Betracht kommen (vergl. auch R. Hertwig, 1879, S. 100). Darauf weist in erster Linie eine vergleichende Betrachtung der verschiedenen mehrkapseligen Stadien hin: so findet man z. B. nebeneinander vierkapselige Stadien mit lauter einkernigen Kapseln, solche mit zwei einkernigen und zwei zweikernigen Kapseln (Textfig. 213) und endlich sechskapselige mit ausschließlich einkernigen Kapseln. Es kann danach kein Zweifel darüber bestehen, daß die letzteren dadurch zu stande kommen, daß im Vierkapselstadium zunächst zwei Kapseln ihre Kerne verdoppeln und dann in zwei Tochterkapseln zerfallen. Auch zeigen, wie bereits erwähnt wurde, speciell im vierkapselig-sechskernigen Zwischenstadium die zweikernigen Kapseln eine Vermehrung der Oeffnungen, nämlich 4 Parapylen und eine hantelförmig eingeschnürte Astropyle, ebenfalls ein deutlicher Hinweis darauf, daß das doppelkernige Stadium mit der Zweiteilung der Kapsel zusammenhängt.


Fig. 213. *Auloklepes ramosus*. Uebergang vom 4- zum 6-Kapsel-Stadium.

Teilung der Centralkapsel bei monocystinen Tripyleen. Die Teilung der Centralkapsel bei einer monocystinen Form, bei *Aulacantha scolymantha*, ist von Borgert (1900) sehr genau beschrieben worden. Hier beginnt, wie erwähnt, die Durchschnürung bereits in den späteren Telophasen, also vor erfolgter Rekonstruktion der Tochterkerne. Daneben kommen allerdings, wie schon Hertwig angegeben hat, auch bei *Aulacantha* einkapselig-zweikernige Stadien vor, welche aber offenbar einem anderen Abschnitt des Entwicklungscyklus angehören (?direkte

Kernteilung Borgert's). Bei den beschalten Monocystinen wurden sowohl einkapselig-zweikernige, wie zweikapselige Stadien beobachtet, dagegen konnten bis jetzt noch keine Bilder gefunden werden, welche entsprechend den Beobachtungen Borgert's eine schon während der Telophasen des Kernes vor sich gehende Durchschnürung der Centralkapsel erkennen lassen.

Stadien mit einer Centralkapsel und zwei Kernen wurden bisher bei folgenden beschalten Monocystinen beobachtet: *Aulosphaera* (R. Hertwig, 1879, Taf. X, Fig. 2), *Coelacantha* (ebenda, Taf. IX, Fig. 2) und *Cannosphaera* („Valdivia"), *Circospathis sexfurca* („Vald.", Taf. XXXIII, Fig. 255), *Challengeron armatum* („Vald.", Taf. LI, Fig. 419; S. 513, Textfig. 142), Conchariden (Haeckel), *Coelodendrum lappaceum* („Vald.").

Stadien mit zwei einkernigen Centralkapseln sind bekannt geworden bei Castanelliden („Vald."), *Protocystis Swirei, Harstoni* und *Balfouri* („Vald."), *Euphysetta Lucani* (Borgert).

Außerdem enthielt das „Valdivia"-Material folgende hierher gehörige Entwicklungsstadien: ein *Castanidium variabile* mit 2 Centralkapseln, deren Kerne in Teilung sind (Taf. XLI, Fig. 300); ein Exemplar von *Sagenoarium dicranon* mit 4 Centralkapseln; eine *Planktonetta atlantica* mit 3 Centralkapseln (Taf. LVI, Fig. 453; Taf. LIX, Fig. 459) und eine Kolonie von *Nationaletta valdiviae* mit 4 Individuen (Taf. LIV, Fig. 445).

Vermehrung der monocystinen Formen. Bei den monocystinen Tripyleen wurden sowohl solche Stadien gefunden, welche sich auf die „vegetative" Zweiteilung beziehen als auch solche, die zur Koloniebildung führen.

Schon *Aulacantha scolymantha* kann als Beispiel hierfür gelten. Die mit mitotischer Teilung verbundenen vegetativen Vermehrungsvorgänge haben den Gegenstand der Untersuchung Borgert's gebildet. Auf der anderen Seite wurden aber schon von Karawajew drei- und vierkapselige Stadien von *Aulacantha* beschrieben, im „Valdivia"-Material fanden sich vierkapselige (S. 502, Textfig. 134) und im „Gauß"-Material mehrkapselige „Kolonien". Von der ebenfalls monocystinen Gattung *Aulospathis* liegen mir keine Stadien vor, die mit Bestimmtheit auf die vegetative Zweiteilung bezogen werden könnten, dagegen fanden sich speciell von *Aulospathis variabilis tetrodon* und *aulodendroides* „Kolonien" mit 8 und solche mit 16 Centralkapseln.

Ob die bei den beschalten Monocystinen gefundenen einkapselig-zweikernigen und zweikapselig-einkernigen Stadien der Periode der „vegetativen" Zweiteilung angehören, oder ob wir es mit Anfangsstadien zu tun haben, welche zur „Kolonie"- oder auch zur „Schwärmerbildung" führen, ist bis jetzt nicht zu entscheiden.

In ersterem Falle könnte angenommen werden, daß die vegetative Zweiteilung, beispielsweise einer Challengeride oder einer kleinen Medusettide, im ganzen derjenigen von *Euglypha* und anderen Süßwassermonothalamien entspricht, also in der Weise verläuft, daß ein Teil der Sarkode des Mutterindividuums aus dem Pylom austritt und zur Anlage des Tochterindividuums wird. Allerdings würde ein Unterschied insofern bestehen, als bei den Tripyleen die Teilung von Kern und Centralkapsel bereits in der Mutterschale vollständig durchgeführt wird, während bei *Euglypha* der Kern des Tochterindividuums schon während der Telophase in die Tochtersarkode übertritt. Eine andere Verschiedenheit würde darin liegen, daß, wenigstens bei *Challengeria Naresi* (Taf. LII, Fig. 430), das Tochterindividuum nicht sofort die definitive Schale bildet, sondern sich zunächst mit einer provisorischen Embryonalhülle umgiebt (vergl. S. 621).

Eine weitere Frage ist, wie die drei- und vierkapseligen Stadien von *Sagenoarium, Castanidium, Planktonetta* und *Nationaletta* aufzufassen sind, ob sie also einem modifizierten „vegetativen“ Teilungsprozeß (mit zwei zusammengezogenen Teilungsschritten) angehören, oder ob sie mehr der „Koloniebildung“ der dicystinen Tripyleen vergleichbar sind. Für *Sagenoarium* und *Castanidium* möchte ich die Frage unbeantwortet lassen, dagegen scheint mir bei einem Vergleich des dreikapseligen Stadiums von *Planktonetta* und der vierteiligen *Nationaletta*-Kolonie die Annahme nahezuliegen, daß bei den größeren Medusettiden die Vermehrung nach einem intermediären Modus erfolgt, der zwischen der vegetativen Zweiteilung beispielsweise von *Aulacantha* und der Koloniebildung liegt. *Planktonetta* und *Nationaletta* würden dann zwei verschiedene Typen des intermediären Modus repräsentieren: bei ersterer teilt sich nach der primären Teilung die aus der Mutterschale herausgetretene Tochterkapsel sofort ein zweites Mal, die beiden Tochterkapseln umgeben sich, wie die Tochterkapsel von *Challengeria Naresi,* zunächst mit einer Embryonalhülle und bilden, vermutlich erst nach der Loslösung vom Mutterindividuum, ein vollständiges Skelett aus; bei *Nationaletta* dagegen entstehen, wie bei *Sagenoarium* und *Castanidium,* 4 Enkelkapseln, welche eine vierteilige Kolonie bilden, entweder indem das mütterliche Skelett erhalten bleibt und nur drei neue Schalen abgeschieden werden, oder unter Aufgabe des ersteren und Neubildung von vier Gehäusen.

Teilung der Centralkapseln bei den dicystinen Formen. Bei den dicystinen Aulacanthiden habe ich ausschließlich Centralkapselteilungen vom *Aulosphaera*-Typus beobachtet, und zwar konnte bei *Auloklepes ramosus* und *Aulographis pandora* festgestellt werden, daß schon beim Uebergang vom Zwei- zum Drei- und Vierkapselstadium die Durchschnürung der Centralkapsel diesem Typus folgt. Denn es fanden sich zweikapselige Stadien, bei welchen die eine Centralkapsel doppelkernig war. Ebenso verläuft der Durchschnürungsprozeß bei der weiteren Vermehrung der Centralkapseln (s. oben S. 671, Textfig. 213). Bei den ebenfalls dicystinen Tuscaroriden wurden dagegen, im Gegensatz zu den nahe verwandten (monocystinen) Circoporiden und Castanelliden, niemals zweikernige Centralkapseln gefunden. Allerdings besitzt bei älteren Centralkapseln der Kern vielfach eine ausgesprochen zweilappige Gestalt (Taf. XXXII, Fig. 242, 243), doch scheint es mir sehr fraglich zu sein, ob diese merkwürdigen Kernformen als Kernfragmentierungszustände zu betrachten sind und ob etwa die schmale Brücke zwischen den beiden Lappen vollkommen zurückgebildet wird. Vielmehr glaube ich, daß dieser durch eine beträchtliche Oberflächenentwicklung ausgezeichnete Kerntypus nur eine ernährungsphysiologische Bedeutung hat. Es muß also leider dahingestellt bleiben, ob die Durchschnürung der Centralkapsel bei den Tuscaroriden dem *Aulacantha*- oder dem *Aulosphaera*-Typus oder einem anderen Modus folgt.

Vermehrung der dicystinen Formen. Die Fortpflanzung der dicystinen Aulacanthiden erfolgt mindestens auf zwei verschiedene Arten, nämlich auf dem Wege der vegetativen Zweiteilung und auf dem der Koloniebildung.

Daß speciell der erste Modus auch bei den Dicystinen verbreitet ist, darauf wiesen einige zweikapselige *Auloceros*-Exemplare hin, welche, wie die einseitige Anordnung der Phäodien und der Radialstacheln deutlich erkennen ließ, durch Zweiteilung eines vierkapseligen Mutterindividuums eben entstanden sein müssen[1]). Es wäre danach anzunehmen, daß bei den dicystinen Formen

1) Leider sind die betreffenden Präparate zu Grunde gegangen, so daß ich nicht im stande bin, eine genaue Abbildung zu geben.

die Zahl der Centralkapseln schon vor der Durchschnürung verdoppelt wird, so daß jedes Tochterindividuum mit zwei Kapseln ausgestattet wird, in ähnlicher Weise, wie bei anderen zweikernigen Protozoen, z. B. bei *Amoeba binucleata* nach SCHAUDINN (1895), bei *Arcella vulgaris* nach ELPATIEWSKY (1907), die Vermehrung der Kerne noch vor der endgiltigen Durchteilung des Mutterindividuums erfolgt. Auf alle Fälle dürfte aber ein Teil der bei den dicystinen Aulacanthiden gefundenen vierkapseligen Stadien mit den vegetativen Zweiteilungsprozessen zusammenhängen.

Andere vierkapselige Formen sind sicher auf dem Wege zur Koloniebildung befindliche Stadien. Wie dies bei *Aulacantha* der Fall ist (KARAWAJEW), so verlaufen auch bei den dicystinen Aulacanthiden die zur Koloniebildung führenden Prozesse nicht synchron (heterochron), d. h. die Kapseln gleicher Generation teilen sich nicht zu gleicher Zeit. So fanden sich denn unter anderem folgende Stadien vor: zweikapselige Individuen mit einer einkernigen und einer zweikernigen Kapsel; dreikapselige Individuen; vierkapselige Individuen mit 4 einkernigen Kapseln; vierkapselige Individuen mit 2 einkernigen und 2 zweikernigen Kapseln; sechskapselige und acht- bis zehnkapselige Individuen. Die höchste Kapselzahl, die mir bei dicystinen Formen begegnet ist, betrug 10. Sie fand sich bei einem Exemplar von *Aulographis pandora* aus T.-St. 73.

Mit der Ungleichzeitigkeit der Teilungen hängt offenbar, wie gleich hier bemerkt werden soll, zusammen, daß bei den dicystinen Aulacanthiden sehr häufig die beiden Kerne nicht die nämlichen Strukturverhältnisse aufweisen, sowie wahrscheinlich auch die noch auffälligere Erscheinung, daß die beiden Kerne nicht selten einen ungleichmäßigen Konservierungszustand zeigen.

Ueber die Entstehung der Kolonien der Tuscaroren habe ich keine Beobachtungen anstellen können. Wie man sich den Vorgang etwa zu denken hat, ist im Systematischen Teil (S. 207) näher ausgeführt worden. Jedenfalls kann das in T.-St. 74 gefundene vierkapselige Individuum von *Tuscaretta tubulosa* nicht ohne weiteres herangezogen werden, da es wenigstens in Bezug auf die Schalenstruktur abnorme Verhältnisse zeigt.

Es bleibt bei den dicystinen Formen noch die Frage zur Beantwortung übrig, auf welche Weise der zweikapselige Normalzustand zu Beginn des Fortpflanzungscyklus seine Entstehung nimmt. Was die dicystinen Aulacanthiden anbelangt, so dürfte es wahrscheinlich sein, daß sie sich, wie die Aulacanthiden überhaupt, aus nackten, *Phaeocolla*-ähnlichen Jugendzuständen heraus entwickeln. Nun sind aber speciell bei *Phaeocolla valdiviae* sämtliche Größenabstufungen bereits mit zwei Centralkapseln ausgestattet (Taf. XLII, Fig. 302), und so ist anzunehmen, daß bei den dicystinen Aulacanthiden der zweikapselige Zustand schon von sehr frühen, nackten Jugendstadien an datiert.

Bei den Tuscaroren wurden wiederholt Bilder gefunden, welche die Kerne der beiden noch sehr kleinen Centralkapseln im Stadium der Telophase zeigen (Taf. XXXII, Fig. 248; Taf. XXXIII, Fig. 251), und zwar ist die gegenseitige Orientierung der Centralkapseln und ihrer Kerne eine derartige, daß man erstere wohl als Schwestern, d. h. als Abkömmlinge einer Mutterkapsel ansehen darf. Es würde also aus diesem Befunde zunächst für die Tuscaroriden der Schluß zu ziehen sei, daß der zweikapselige Zustand durch einen Teilungsakt und nicht etwa durch Kopulation zweier Individuen erreicht wird, und vielleicht ist es erlaubt, diese Folgerung auch auf die zweikapseligen Phäocollen und damit auf die dicystinen Aulacanthiden auszudehnen.

Sporenbildung bei Tripyleen. BORGERT's demnächst zu erwartende Arbeit über die Schwärmerbildung bei *Aulacantha* wird berufen sein, eine wichtige Lücke in unserer Kenntnis von der Fortpflanzungsgeschichte der Tripyleen auszufüllen. Ich selbst habe im „Valdivia"-Material nur ganz vereinzelte Funde gemacht, welche mit der Schwärmerbildung der Tripyleen in Zusammenhang gebracht werden können.

Bei 2 zweikapseligen, aus T.-St. 145 stammenden Individuen von *Aulographis pandora* sah ich — im einen Fall in beiden, im anderen nur in einer der Centralkapseln — teils innerhalb des Kernraums, teils in der Intrasarkode eine größere Anzahl von chromatinarmen, von einem Bläschen umschlossenen, doppelkernartigen Gebilden (Syst. Teil, S. 23, Textfig. 7). Da die Kerne der Centralkapseln in allen Fällen die später zu beschreibenden Prophasen der Chromosomenbildung aufwiesen, so lag es nahe, diese Doppelkerne als Stadien der Sporenbildung aufzufassen. Bei einem dritten Exemplar derselben Art (T.-St. 66) enthielt die Intrasarkode der einen Centralkapsel zahlreiche kugelige Bläschen, welche je etwa acht gleich große rundliche Binnenkörper einschlossen. Der Kern besaß eine grobschollige Struktur. Die Aehnlichkeit der Bläschen mit den „Chromosomenbläschen" von *Oroscena* legt hier noch mehr, als in den beiden anderen Fällen, die Vermutung nahe, daß es sich um ein Stadium der Sporenbildung handle, doch war leider die Konservierung keine ausreichende, um eine sichere Deutung des Befundes zu ermöglichen.

Zweifelhafter Art sind auch die im Systematischen Teil erwähnten Befunde bei *Sagenoscena irmingeriana* (S. 135; Taf. XLVI, Fig. 348) und bei *Euphysetta amphicodon* (S. 301, Textfig. 39; Taf. LIII, Fig. 440).

Auf die Frage, inwieweit vielleicht die Koloniebildung der Aulacanthiden und anderer Formen zu der Vermehrung durch Schwärmer in Beziehung zu bringen ist (Syst. Teil, S. 24) — ein Zusammenhang, dessen Möglichkeit angesichts der Aehnlichkeit der doppelkernigen Centralkapseln der dicystinen Aulacanthiden mit dem Doppelkernstadium von *Oroscena*, sowie im Hinblick auf die Uebereinstimmungen in der Chromosomenbildung wohl nicht ganz auszuschließen ist —, soll ebenfalls wegen ungenügender Anhaltspunkte nicht weiter eingegangen werden.

Kern und Kernteilung bei den Tripyleen.

Form des Tripyleenkernes. Je nachdem die Centralkapsel die bekannte ellipsoidische Gestalt mit leicht abgeplatteter Parapylen- und etwas vorgewölbter Astropylenseite hat (Taf. XLII, Fig. 302) oder sich der Kugelform nähert (*Aulacantha;* vergl. BORGERT, 1900, S. 211), oder aber, unter Verlängerung der die Astropylenmitte treffenden Hauptachse, eine Birnenform annimmt (Taf. LIX, Fig. 460; Taf. LXI, Fig. 475), besitzt der ruhende Kern ebenfalls die Form eines Ellipsoides, einer Kugel oder Birne. Bei *Planktonetta* (Taf. LIX, Fig. 459) und *Nationaletta* (Taf. LVIII, Fig. 456) wird die Gestalt des Kernes durch die scheiben- oder linsenförmige Plasmaanhäufung an der oralen Seite der Centralkapsel bedingt. Besondere Formen nimmt, offenbar im Interesse der Oberflächenvergrößerung und des Stoffaustausches, der Kern der Tuscaroren an: es finden sich bügelförmige (Taf. XXXII, Fig. 240), zweilappige (Fig. 242, 243), klammer- und doppelspiralige Kerntypen (Fig. 244—246).

Ueber die Veränderungen des Kernes von *Aulacantha* in den Prophasen und Metaphasen der Mitose hat Borgert ausführliche Angaben gemacht (1900, S. 222 ff.). In den Telophasen zeigen die Kerne der Aulacanthiden (Borgert, 1900, Taf. XV, Fig. 16—17) und der Tuscaroren (Taf. XXXII, Fig. 248 links; Taf. XXXIII, Fig. 251 oben) übereinstimmend eine schüsselförmige Gestalt.

Struktur des ruhenden Tripyleenkernes. Der „ruhende“ Kern zeigt in den einzelnen Tripyleengruppen eine sehr verschiedene Struktur.

Bei *Aulacantha* haben zuerst Karawajew und Borgert eine Anordnung der färbbaren Substanz gefunden, die ich als **Radstruktur** bezeichnet habe (Textfig. 214): von einer centralen, dichteren färbbaren Masse strahlen zahlreiche radiär gerichtete, gegen die Peripherie zu unregelmäßig verzweigte Stränge aus, so daß im Kerndurchschnitt ein radähnliches Bild zu stande kommt. Auch im Stadium mit 4 Centralkapseln (Taf. VIII, Fig. 85) besitzen die Kerne diese Struktur.

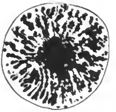


Fig. 214. Kern einer *Aulacantha scolymantha*. Radstruktur.

Derartige Radstrukturen habe ich auch bei *Aulospathis* gefunden (S. 547, Textfig. 153), sowie bei einem Individuum von *Aulographis pandora* mit 10 Centralkapseln. Das Vorkommen dieses Kernbaues bei den monocystinen *Aulacantha*- und *Aulospathis*-Arten legt den Gedanken nahe, es möchte die ausgeprägte Radiärstruktur mit dem streng sphärischen Bau der Monocystinen im Zusammenhang stehen. Doch könnten derartige Beziehungen zwischen der Kernstruktur und der Grundform des Körpers höchstens für die Aulacanthiden Giltigkeit haben, da z. B. auch *Conchopsis* trotz ihres bilateral-symmetrischen Baues eine ausgeprägte Radstruktur aufweist (Taf. LIX, Fig. 460).

Außer bei den genannten Aulacanthiden und bei *Conchopsis* finden sich etwas weniger regelmäßige und mehr lockere Radstrukturen bei den Aulosphäriden *(Auloscena, Aulatractus)* und bei *Challengeria Naresi* (Taf. LII, Fig. 429). Bei ersteren wird die Mitte der centralen Verdichtung von einem blassen, chromatinfreien Hof eingenommen, bei letzterer fehlt die dichte Centralmasse und wird vollständig durch chromatinfreies Grundplasma ersetzt.

Ueber den feineren Bau des Grundplasmas und der färbbaren Kernteile habe ich in allen diesen Fällen nichts Genaueres ermitteln können (vergl. auch Borgert, l. c. S. 214). Doch sei an dieser Stelle auf eine (nach Flemming konservierte) Centralkapsel von *Aulosphaera* (Textfig. 216) hingewiesen, bei welcher die Kernmembran *(km)* innerhalb der Centralkapselsarkode *(c)* und das Kerngrundplasma *(gp)* innerhalb der Kernmembran einseitig geschrumpft und die Substanz der Chromosomen *(ch)* vollkommen aus der Centralkapsel herausgepreßt erscheint. Es läßt dieses Bild deutlich erkennen, daß das Grundplasma eine verhältnismäßig zähere Beschaffenheit als die Chromatinsubstanz besitzen muß.

Die Entstehung der Radstruktur, bezw. ihr Verhältnis zur Schollen- und Strangstruktur, wird durch eine andere sehr schön konservierte Centralkapsel von *Aulosphaera* (Textfig. 217) illustriert: hier wird der größte Teil der Kernperipherie noch von den langen, wurmförmigen, ziemlich gleichmäßig radiär gerichteten Chromatinfäden, wie sie in den Telophasen der Tripyleenkerne aufzutreten pflegen, eingenommen, während die Kernmitte und

die gegen die Astropyle gerichteten Teile von unregelmäßig durcheinander geflochtenen Fäden und zahlreichen vielgestaltigen, vakuolisierten Schollen (Binnenkörpern) erfüllt sind. Es zeigt dieses Bild, daß die „Nabe" des Rades durch eine dichte und unregelmäßige Aufknäuelung der Chromatinfäden zu stande kommt.

Fig. 215.

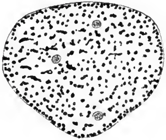


Fig. 216.

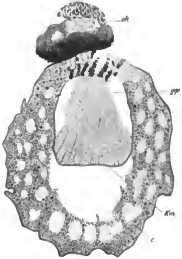


Fig. 217.

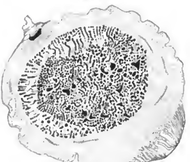


Fig. 215. Kern von *Aulographis stellata*. Schollen- und Strangstruktur.

Fig. 216. Centralkapsel von *Aulosphaera* mit ausgepreßter Kernsubstanz (Konservierung nach FLEMMING). *c* Centralkapsel, *km* Kernmembran, *gp* Grundplasma, *ch* Chromatinsubstanz.

Fig. 217. Jugendliche Centralkapsel von *Aulatractus*. Die auf dem Schnitt getroffene Parapyle ist in Textfig. 208 vergrößert wiedergegeben.

Eine besondere Modifikation der Radstruktur zeigen die Kerne der Tuscaroriden (Taf. XXIV, Fig. 183). Die Achse des in der Regel bügelförmigen Kernes wird hier von einer bandförmigen, stark färbbaren Masse, dem Achsenband, gebildet, der periphere Teil von einem feinkörnigen oder feinwabigen Grundplasma, in welches vom Achsenbande fadenförmige Ausläufer ausstrahlen. Bei guter Konservierung stellt sich das Achsenband als ein dichter Knäuel von Chromatinsträngen dar (vergl. *Aulosphaera*). Man wird die Struktur des Tuscarorenkernes mit der Radstruktur der Aulacanthen und der anderen vorhin genannten Formen vergleichen dürfen, nur daß bei ersterem die chromatische Centralmasse im Zusammenhang mit der besonderen Form des Kernes zum Achsenband ausgezogen ist. Die achterförmigen Kernformen, welche schon BORGERT bei seinen Tuscaroren

gesehen hat und welche auch bei einigen Formen des „Valdivia“-Materials gefunden wurden (Taf. XXXII, Fig. 243), gehen, soviel ich sehe, aus dem gewöhnlichen Kerntypus in der Weise hervor, daß sich innerhalb des Achsenbandes eine chromatinfreie Lakune, ähnlich dem centralen „Hof“ bei den Aulosphäriden und bei *Challengeria*, ausbreitet.

Im Gegensatz zu den bisher genannten Kernformen fand ich bei den dicystinen Aulacanthiden die ellipsoidischen, stumpf-birnförmigen oder sonst wie von der sphärischen Gestalt abweichenden Kerne wesentlich anders beschaffen (Textfig. 215): Die schwach färbbare Grundsubstanz ist hier von ungleich großen, zum Teil vakuolisierten Schollen und kurzen Strängen ausgefüllt. Die Mitte der Kerne zeigt keine dichtere Struktur als die Peripherie, im Gegenteil fand sich häufig eine besonders große Zahl von Schollen der Kernmembran angelagert. Das Grundplasma wies je nach dem Konservierungszustand bald eine grobspongiöse Struktur auf, bald zeigte es die Beschaffenheit eines feinkörnigen Gerinnsels, bald einen feinalveolären Bau. Die letztgenannte (namentlich auf Sublimatpräparaten erkennbare) Struktur dürfte dem lebenden Zustand am nächsten kommen. Im Grundplasma sind mehr oder weniger zahlreiche traubenförmige Häufchen von schwach färbbaren Tröpfchen eingebettet, welche zuweilen in scharf begrenzten, hellen Höfen eingeschlossen sind und wohl in die Kategorie der Reservestoffe (? Fetttträubchen) gehören[1].

Diese **Schollen- und Strangstruktur,** wie ich diesen Typus im Gegensatz zur Radstruktur nennen möchte, ist auch bei den übrigen Tripyleen weit verbreitet. Sie findet sich mehr oder weniger ausgeprägt bei den Astracanthiden (Taf. LXXII, Fig. 530), Sagosphäriden, Castanelliden, Circoporiden (Taf. XXXIII, Fig. 255), sowie bei den großen Medusettiden (Taf. LVII, Fig. 455; Taf. LIX, Fig. 459).

Es machte mir im Anfang einige Schwierigkeiten, das Stadium des ruhenden Kernes mit seiner gleichmäßigen Schollen- und Strangstruktur einerseits gegen die Telophasen, andererseits gegen die Prophasen der Teilung einigermaßen abzugrenzen und insbesondere auch die Telophasen von den Prophasen zu unterscheiden. Ich werde auf diese Verhältnisse weiter unten nochmals zurückkommen, doch sei gleich hier bemerkt, daß diejenigen Stadien, welche zwischen den Schollen eine große Zahl von langen, wurmförmigen (homogenen oder körnigen), großenteils radiär verlaufenden Einzelfäden erkennen lassen, noch zu den Telophasen zu rechnen sind, während das Auftreten von „Chromosomenbläschen“ den Beginn der frühen Prophase anzeigt.

Kernteilung. Borgert giebt für die Phasen der mitotischen Teilung von *Aulacantha* folgende Reihenfolge an: grobspongiöses Maschenwerk mit radiärem Bau (Radstruktur des ruhenden Kernes; 1900, Taf. XIV, Fig. 1); Uebergang in den feinspongiösen Zustand (Taf. XIV, Fig. 3); erstes Knäuelstadium mit Beginn der ersten Längsspaltung (Taf. XIV, Fig. 6); segmentierter Knäuel mit vollendeter erster und beginnender zweiter Längsspaltung (Taf. XVI, Fig. 22); zweites Knäuelstadium (Längsstreckung der Chromatinelemente; Linsenform des Kernes; Taf. XIV, Fig. 8), Aequatorialplatte (Taf. XIV, Fig. 10); Bildung der Tochterplatten auf Grund einer Spaltung der Aequatorialplatte, ohne Benutzung der Längsspalten (Taf. XV, Fig. 11—13); Rekonstruktion der Tochter-

1) Die von Borgert (1900, S. 217) bei *Aulacantha* gefundenen Kügelchen stimmen der Beschreibung nach nicht ganz mit meinen Bildern überein.

kerne (Schüsselform der Kerne, Beginn der Kapselteilung; Taf. XV, Fig. 14—17); Uebergang aus dem fädigen in den spongiösen und radiären Bau (Taf. XV, Fig. 18—19).

Es ist natürlich nicht möglich, in einem Expeditionsmaterial von irgend einer Tripyleenform eine genügend große Zahl gut konservierter Exemplare zusammenzufinden, um eine annähernd so vollständige Reihe, wie sie Borgert aufgestellt hat, liefern zu können. Hat doch Borgert von seiner *Aulacantha* über 20000 Exemplare durchsehen müssen, um zu seinen Resultaten zu gelangen. Immerhin hat mich die vorzügliche Konservierung eines großen Teiles der „Valdivia"-Ausbeute in den Stand gesetzt, wenigstens in einem Punkte bestimmte Ergebnisse zu erlangen, nämlich bezüglich der ersten Entstehung und Herausarbeitung der Chromosomen aus dem Ruhezustand des Kernes. Es war mir dies um so willkommener, als es sich hierbei bekanntlich um Vorgänge von allgemeinerem theoretischen Interesse handelt.

Karawajew (1895, S. 298, Fig. 3) und Borgert (1900, Taf. XVI, Fig. 22) hatten bei *Aulacantha* gefunden, daß in den späteren Prophasen der ganze Kernraum von Doppelfäden oder Doppelstäbchen erfüllt ist, welche eine auffallende Aehnlichkeit mit den Chromatinelementen in den Prophasen der Reifungsteilungen der höheren Organismen zeigen. Die Uebereinstimmung stellt sich nun aber bei der Untersuchung der dicystinen Aulacanthiden und verschiedener anderer Formen als eine viel größere heraus. Schon Borgert hatte bei *Aulacantha* zwischen den Doppelfäden auch ringförmige Figuren, also eine andere, aus der Reifungsperiode bekannte Chromosomenform angetroffen, und ich selbst konnte bei *Aulographis pandora* (Textfig. 218) und besonders schön bei *Auloceros* (Taf. 86, Fig. 600; 1907b, Fig. 1) daneben achterförmig gekrümmte Schleifen und Doppelfadensegmente mit mehrfach gekreuzten und schraubenartig umeinander gedrehten Einzelfäden (Strepsinemen) beobachten, also Bildungen, welche ebenfalls wieder aus der Ovogenese der Copepoden, Selachier und anderer tierischer und pflanzlicher Objekte her bekannt sind und deren Entstehungsweise und Schicksal eines der wichtigsten Probleme der neueren Zellenforschung gebildet hat.



Fig. 218. Kern von *Aulographis pandora*. Späte Prophase.

Die Aehnlichkeit zwischen den Radiolarien einerseits und den höheren Organismen andererseits ist bezüglich dieser Kernphase so groß, daß man sicherlich auch eine übereinstimmende Entstehung dieser so überaus charakteristischen Chromosomenformen in beiden Fällen annehmen und die bei einem Objekte erlangten Resultate auf das andere übertragen darf. Nun scheinen mir aber in der That die Bilder, welche ich bei den dicystinen Aulacanthiden erhalten habe, in unzweideutiger Weise den Entstehungsmodus der Doppelfäden und Strepsinemen klarzulegen, und sie dürften also gleichzeitig ein Licht werfen auf das vielumstrittene Problem, ob die Einzelfäden der Doppelfäden, Strepsinemen und Doppelstäbchen durch Längsspaltung eines Mutterfadens oder durch paarweise Hinter- oder Neben-

einanderlagerung (Konjugation, Meta- und Parasyndese) selbständiger Elemente ihre Entstehung nehmen[1]).

Speciell bei *Aulographis pandora* und *Auloceros* fand ich verhältnismäßig häufig Kerne, welche im ganzen eine gleichmäßige Schollen- und Strangstruktur aufwiesen, dabei aber an verschiedenen Stellen, namentlich an der Peripherie kleine, rundliche oder wurstförmige Knäuelfiguren enthielten. Diese sind gegen das umgebende Grundplasma allerdings nicht durch eine besondere Membran abgegrenzt, wohl aber zeigen sie einen so regelmäßigen und scharfen Umriß, daß man wohl mit Sicherheit sagen kann, es handle sich um sphärische oder cylindrische, vom übrigen Grundplasma abgegliederte Sarkodeportionen, deren periphersche Schichten von einem spiralig verlaufenden Chromatinfaden eingenommen werden (Textfig. 219 *a*, *b*; vergl. auch Syst. Teil, S. 23, Textfig. 7a). Diese Differenzierungen, die man vielleicht als Binnenkerne bezeichnen kann, sind nun nichts andere als die ersten Anlagen der Chromosomen. Sie stimmen nicht bloß in ihrem Bau mit de

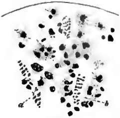


Fig. 219.

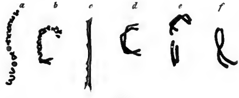


Fig. 220.

Fig. 219. Kern von *Aulokleptes ramosus*. Frühe Prophase. a und b Binnenkerne im Knäuelstadium.
Fig. 220. Chromosomenbildung bei *Auloceros*.

frühesten Stadien der „Chromosomenbläschen" von *Oroscena regalis* (Taf. LXXIX, Fig. 55 im wesentlichen überein, sondern auch darin, daß sie nicht synchron, sondern successi ihre Entstehung nehmen.

Zuweilen sieht man in unzweideutiger Weise, daß der dünne, in der Mantelschic der Binnenkerne spiralig verlaufende Chromatinfaden längsgespalten (Textfig. 219 *a*, *b*). Wie ich mich immer wieder überzeugen konnte, handelt es sich hier ni um einfache Helligkeitsunterschiede zwischen dem peripheren und axialen Teile des Chroma fadens oder um eine Einlagerung von Vakuolen, sondern um einen wirklichen, auf größe Strecken gleichmäßig die Fadenschraube durchsetzenden Längsspalt.

Bei einem Exemplar von *Auloceros* habe ich sodann alle Uebergänge finden kön welche von den eben beschriebenen Bildern zu den fertigen Doppelfäden führen (Taf. Fig. 600; Textfig. 220). In erster Linie kommen Zwillingsbildungen in Betracht, die aus z glatt-cylindrischen, homogen gefärbten, in Form einer regelmäßigen Dop schraube umeinander gedrehten Einzelfäden bestehen (Textfig. 220 *a*, *b*). Es kann kei

1) Ueber den Stand dieser Frage habe ich vor kurzem ausführlich berichtet (Erg. u. Fortschr. d. Zool., Bd. I, 1907, S.

Zweifel unterliegen, daß diese Zwillinge aus den dünnfädigen Knäuelformen in der Weise hervorgehen, daß die als „Binnenkerne“ vom Grundplasma abgegliederten Sarkodepartien zu langen, dünnen Schläuchen auswachsen und daß die beiden Spalthälften des spiralig gedrehten Chromatinfadens (Textfig. 219) allmählich voneinander abrücken und dabei eine beträchtliche Verdickung erfahren. Seltener kann man betrachten, daß die Doppelfäden bereits in diesen Stadien mittlerer Dicke die Wachstumswiderstände, welche offenbar den Torsionen zu Grunde liegen, überwunden haben und auf längere Strecken hin einen geraden Verlauf nehmen (Textfig. 220 *c*).

Mit zunehmender Dicke der Einzelfäden verlieren die Zwillinge mehr und mehr die Form des Strepsinemas, die Windungen werden flacher und unregelmäßiger, die Abstände zwischen den Fäden vergrößern sich, und so kommen zunächst die Achter- und Ringfiguren und weiterhin die Doppelstäbchen zu stande (Textfig. 220 *d—f*).

Es scheint mir aus diesen Befunden ganz unzweideutig hervorzugehen, daß die Doppelfäden bei den Aulacanthiden wirklich durch Längsspaltung eines Mutterfadens zu stande kommen, während die Annahme, sie könnten aus einer Konjugation zweier selbständiger Fäden hervorgehen, sich wohl schwerlich mit den thatsächlichen Befunden vereinigen läßt.

Die Metaphasen der Teilung, welche bekanntlich mit der Einordnung der Chromosomen in die Aequatorialplatte beginnen und mit dem Auseinanderweichen der Tochtergruppen (Metakinese) abschließen, sind mir bei keinem Objekte zu Gesicht gekommen. Ich bin daher auch nicht im stande, die Beobachtungen Borgert's und die von ihm aufgestellte Aufeinanderfolge der Stadien zu bestätigen oder zu ergänzen. Nur in einem Punkte glaube ich, auch ohne mich auf eigene Präparate stützen zu können, Bedenken gegen Borgert's Auffassung erheben zu sollen. Borgert (1900, S. 230) ist der Ansicht, daß es sich bei der Bildung der Tochterplatten von *Aulacantha* nicht, wie bei den typischen Mitosen, um eine Verteilung der Spalthälften, sondern um ein Auseinanderweichen der ganzen Chromosomen handle. Es würde also, um die von Weismann eingeführte Nomenklatur anzuwenden, die Teilung von *Aulacantha* keine Aequations-, sondern eine Reduktionsteilung sein. Zu dieser Annahme sah sich Borgert durch den Umstand veranlaßt, daß die längsgespaltenen Chromosomen nicht sämtlich mit ihrer ganzen Länge in eine Ebene (Aequatorebene der Teilungsfigur) zu liegen kommen, sondern nur mit einem Ende in die eigentliche Aequatorialplatte tauchen, mit einem größeren Abschnitte dagegen senkrecht vom Aequator abstehen. Ungefähr die Hälfte der Chromosomen befindet sich dabei auf der einen, die Hälfte auf der anderen Seite des letzteren, so daß sie also im ganzen eine parallele Anordnung und dabei von vornherein eine Verteilung auf zwei Gruppen zeigen. Borgert glaubte nun, daß sich aus dieser Orientierung Schwierigkeiten für die Annahme einer Verteilung der Spalthälften ergeben, und er nahm daher ein einfaches Auseinanderweichen der beiden, schon bei der Herstellung der Aequatorialplatte vorgebildeten Tochtergruppen an. Diese Auffassung scheint nun allerdings zunächst darin eine Stütze zu erhalten, daß ganz neuerdings auch für andere Protozoen angegeben wurde, daß die Verteilung der Chromosomen nicht nach dem Längsspalt vor sich geht, so von Calkins für *Amoeba*, von Schröder für *Sphaeromyxa*, von Metcalf für *Opalina*. Indessen ist die Aehnlichkeit der von Borgert gegebenen Darstellungen (1900, Taf. XIV, Fig. 10; Taf. XVII, Fig. 30, 31) mit den bekannten Bildern, welche die Kernteilungsfiguren z. B. der Liliaceen nach Strasburger, Guignard u. a. innerhalb und außerhalb des sexualen Zellencyklus aufweisen, eine so große, daß

man kaum umhin kann, in beiden Fällen eine übereinstimmende Verteilungsweise der Chromosomen anzunehmen. Meines Wissens ist aber noch nie bezweifelt worden, daß es sich speciell bei den mitotischen Vorgängen in vegetativen pflanzlichen Geweben um eine dicentrische Wanderung der Tochterschleifen oder Spalthälften handelt, und ich glaube nicht, daß die Schwierigkeiten, welche dieser Vorstellung im Wege stehen, bei *Aulacantha* wesentlich größere sind.

Anaphase. Die dicentrische Wanderung der Chromosomen habe ich in einem Falle, bei einem vorzüglich konservierten zweikapseligen Exemplare von *Castanidium variabile* (Taf. XLI, Fig. 300), beobachten können. In der einen Centralkapsel war die Teilungsfigur senkrecht, in der anderen parallel zur Aequatorebene getroffen worden. Die erstere Schnittserie zeigte die Chromosomen als leicht geschlängelte, großenteils homogen gefärbte Fäden, welche an der Außenseite der Kernplatte zum Teil hakenförmig umgebogen waren. Die in der Peripherie gelegenen Chromatinfäden ließen vielfach eine Längsteilung erkennen, welche wohl als die zweite Längsspaltung Borgert's zu betrachten ist. Einzelne Chromosomen lagen paarweise angeordnet in der Aequatorebene: offenbar handelt es sich um zurückgebliebene, durch die erste Längsspaltung (Textfig. 220) entstandene Doppelstäbchen, deren Einzelstäbchen (primäre Spalthälften) noch nicht zum vollständigen Auseinanderweichen gekommen waren. Vielfach war auch bei diesen deutlich die zweite Längsspaltung zu erkennen.

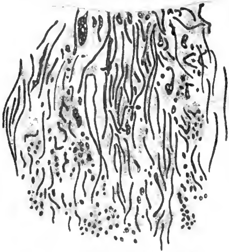


Fig. 221. Kern von *Aulographis pandora*. Telophase.

Telophase. Nach Borgert spielt sich bei *Aulacantha* die Rekonstruktion der Tochterkerne in der Weise ab, daß die Kernplatten sich mit ihren Rändern nach außen krümmen und so eine schüsselförmige Gestalt annehmen und daß die an der Außenseite der Kernplatte gelagerte dichtere Schicht von Fadenabschnitten und Chromatinkörnchen in das Innere des Tochterkernes verlagert wird, um so zur Nabe des Rades zu werden.

Bilder dieser Art habe ich auch bei anderen Tripyleen gefunden, deren Kerne im ruhenden Zustand eine typische oder modifizierte Radstruktur besitzen, nämlich bei den Tuscaroriden (Taf. XXXII, Fig. 248; Taf. XXXIII, Fig. 251 links; s. oben S. 674) und bei einer *Aulosphaera* (S. 677, Textfig. 217). Bei letzterer hat anscheinend eine Drehung des in Rekonstruktion befindlichen Kernes gegen die Astropyle stattgefunden.

Bei Formen, welche im ruhenden Kern die Schollen- und Strangstruktur zeigen, durchziehen in den Telophasen die Chromatinelemente, zunächst noch als wurmförmige, vielfach raketenartig gewundene, homogen gefärbte Fäden den Kernraum, während zwischen ihnen in zunehmendem Maße einerseits unregelmäßig geformte Schollen oder Binnenkörper (Textfig. 221), andererseits

die oben erwähnten traubenförmigen Tröpfchen-Ansammlungen (Textfig. 222) hervortreten. Ist die Schnittrichtung eine günstige, so macht sich im ganzen eine deutliche Parallellagerung der Chromatinfäden bemerklich, und man wird dann an die bekannte Korbform erinnert, welche die Tochterspireme der Metazoenkerne vielfach zeigen. Solche Bilder fand ich bei *Aulographis pandora* (Textfig. 221) und bei *Planktonetta* (Textfig. 222; vergl. Taf. LIX, Fig. 459).

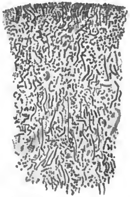


Fig. 222. Tochterkerne einer *Planktonetta* mit 3 Centralkapseln. Telophase.



Fig. 223. Kern von *Auloceros*. Telophase.



Fig. 224. Kern von *Castanidium*. Telophase.

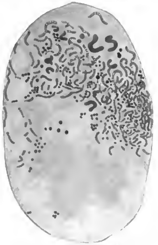


Fig. 225. Kern von *Challengeria Naresi*.

Bei ersterer wiesen die Kerne eine tiefe Einschnürung auf (Syst. Teil, S. 22, Textfig. 5), welche offenbar den Höhlungen der „schüsselförmigen“ Kernplatten (s. oben) entspricht. Im Systematischen Teil hatte ich auch die Möglichkeit offen gelassen, daß hier eine amitotische Kernteilung im Spiele ist, doch hat mich ein Vergleich aller Bilder dazu geführt, diesen Gedanken aufzugeben.

Weiterhin verlieren die Chromosomen ihre regelmäßig homogene und glatte Beschaffenheit und lösen sich in Körnchen- und Schollenreihen auf (Textfig. 223), und schließlich treten vor Beginn des eigentlichen Ruhestadiums, die „Chromosomenspuren" nur noch als dunkle Linien hervor, welche zum Teil von sehr kleinen Chromatinkörnchen begleitet, zum Teil von einem Mantel feinkörnigen (durch die Konservierung geschrumpften) Grundplasmas umlagert sind (Textfig. 224). Aehnliche Bilder scheint Borgert gesehen zu haben (1900, S. 217 oben; Taf. XV Fig. 21), andererseits wird man lebhaft an die Chromosomenspuren erinnert, welche in junge Amphibienkeimbläschen (z. B. bei *Triton, Siredon*) zur Ansicht kommen.

Mit dem Verschwinden dieser Chromosomenspuren ist die Schollen- und Strangstruktur des „ruhenden" Kernes wiederhergestellt.

Ein etwas abweichendes Bild fand sich bei einem jungen Exemplar von *Challengeria Naresi* (Textfig. 225), bei welchem die Chromosomen der Telophase großenteils die Form v kurzen, wurmförmigen, vakuolisierten Schleifen angenommen und sich, vermutlich infolge c kontrahierenden Wirkung der Sublimatfixierung, synapsisartig auf eine Hälfte des Kernraun zusammengezogen haben.

Centralkapsel und Fortpflanzung der Spumellarien und Nassellari

Centralkapsel der Spumellarien und Nassellarien. Da sich meine Ur suchungen nur auf einige wenige, hierher gehörige Formen erstreckt haben, so bin ich n in der Lage, bei diesen Abteilungen ausführlich auf die vergleichende Morphologie der Cen kapsel einzugehen. Ich werde mich daher auf die Hervorhebung eines Punktes beschrär der sich nicht bloß mit der Fortpflanzungsgeschichte berührt, sondern auch im Hinblick auf im III. Abschnitt behandelten Formbildungsprozesse von Interesse ist, nämlich auf einige bei Spumellarien und Nassellarien vorkommenden Formveränderungen der Centralkapsel.

Während bei einer großen Zahl der Spumellarien die Centralkapsel eine annähernd · rische Gestalt besitzt, treten bei der Collodarienfamilie der Thalassothamniden einige bemer werte Abweichungen auf. Bei *Thalassothamnus ramosus* (Taf. LXXIV, Fig. 538) wird wachsende Centralkapsel durch die Radialstacheln und deren basalen Seitenäste stark eingebı und zeigt infolgedessen eine größere Anzahl blasiger Vorwölbungen. Hier tritt die mechai Wirkung der Skeletteile auf die Form der Centralkapsel deutlich zu Tage, es liegt als wesentlichen die nämliche Erscheinung vor, wie bei der Centralkapsel mancher Astrosphä welche entweder durch die Poren der inneren Gitterschalen keil- oder sackförmige Protube vortreiben kann (vergl. z. B. *Cladococcus abietinus*, Haeckel, Rep., Pl. XXVII, Fig. 3), oder v *Hexacontium* (diese Arbeit, Taf. LXXXIII, Fig. 577) und *Heliodiscus* (Taf. LXXXIII, Fig durch die zwischen den Gitterschalen sich erstreckenden Radialbalken in ihrer Gestalt bee wird. Im Gegensatz dazu sendet bei den von der „Valdivia" und vom „Gauß" erb *Cytocladus*-Arten die Centralkapsel regelmäßig-dichotomisch verzweigte Fortsätze aus (Taf. Fig. 539), welche sich allerdings in ihrem Verlauf und in ihrer Verästelungsweise im gar die Radialstacheln anlehnen, bei denen man aber doch den Eindruck gewinnt, daß ihr Wa durch die letzteren nicht direkt-mechanisch beeinflußt wird. Diese Auffassung findet auc

eine Stütze, daß bei *Cytocladus gracilis* die Centralkapsel trotz der Zwölfzahl der Radialstacheln und der quirligen Anordnung der Aeste nur 5 Hauptfortsätze und eine ziemlich regelmäßig-dichotomische Verzweigung aufweist (Schröder), und daß ferner bei *Cytocladus tricladus* (Fig. 539) die Centralkapsel im Gegensatz zu dem trichotomen Bau der Radialstacheln im ganzen streng dichotomisch verzweigt ist. Angesichts aller dieser Befunde wird man in der That zu der Ansicht geführt, daß die Centralkapsel von *Cytocladus* in ihrer Form nicht direkt durch das Skelett bestimmt wird, sondern daß sie ein autonomes, zu selbständiger dichotomischer Sprossung befähigtes Organellum darstellt, ähnlich, wie dies z. B. für die häutigen Stachelanlagen der Aulacanthiden und anderer Tripyleen gilt.

Auch bei den Cyrtellarien können die Formveränderungen der Centralkapseln bald mehr passiver, bald mehr aktiver Art sein. So wird z. B. bei den Lamprocycladiden die meist vierlappige Gestalt der Centralkapsel sicher durch den vierstrahligen Bau der die Cephalis abschließenden Cortinarplatte bedingt (Syst. Teil, S. 453, Textfig. 88a), andererseits können aber von den unteren Abschnitten der Centralkapsel-Loben rundliche Partien abgegliedert werden, ohne daß hier irgend eine mechanische Einwirkung des Skelettes erkennbar wäre (Textfig. 89).

Fortpflanzung der Collodarien. Die einzige, nicht zu den Tripyleen gehörige Radiolariengruppe, bei welcher ich eigene Beobachtungen auf dem Gebiete der Kern- und Fortpflanzungsgeschichte gemacht habe, bilden die Collodarien. Insbesondere ist es mir dank einigen glücklichen Funden gelungen, für die Orosphäriden, welche von Haeckel und Borgert noch zu den Tripyleen gestellt worden sind, die aber sicher zu den Collodarien gehören, eine größere Strecke des Fortpflanzungscyklus in einer ziemlich vollständigen Reihe zur Darstellung zu bringen. Indem ich wegen aller Einzelheiten auf den Systematischen Teil (S. 415 ff.; vergl. auch 1907 b) verweise, seien hier nur die wichtigsten Phasen des Entwicklungsverlaufes hervorgehoben. Der von zahlreichen „Einzelknäueln“ erfüllte Primärkern von *Oroscena* wächst vor der Teilung bedeutend heran, wobei sich die Einzelknäuel successive zu „Chromosomenbläschen“ umbilden (S. 423, Textfig. 73 B, C). Nun teilt sich der Primärkern in einen vegetativen oder Dauerkern und in einen Geschlechtskern (D, E, *d* und *g*), von denen der erstere mindestens bis zur Bildung der Sporennester persistiert und dabei die gleichen kerngeschichtlichen Prozesse durchläuft, wie der Primärkern (F—H), während der Geschlechtskern nach mindestens zweimaliger Teilung (F) sich vollkommen desintegriert, wobei die in die Intrasarkode ausgestreuten Einzelknäuel zu den Sporenmutterkernen werden (G). Aus diesen letzteren gehen auf Grund von mitotischen Prozessen einfacher Art die Kerne der Sporennester hervor (H). Angesichts des eigentümlichen Verhaltens des offenbar zur Teilung sich vorbereitenden Dauerkernes (G, H, *d*) ist es als höchst wahrscheinlich zu betrachten, daß „das nämliche *Oroscena*-Individuum zu wiederholten Malen in den Prozeß der Sporenbildung eintritt, so wie ein großer Teil der Metazoen zu periodischer Geschlechtszellenbildung befähigt ist“.

Von allgemeinerer Bedeutung ist bei diesen Vermehrungsvorgängen einmal die Thatsache, daß auch bei *Oroscena*, ähnlich wie bei den Aulacanthiden, die Chromosomen sich successive aus dem Grundplasma herausarbeiten, und zwar zunächst in Gestalt von blassen, dünnfädigen Knäueln, welche gegen das übrige Grundplasma deutlich abgegrenzt erscheinen (Taf. LXXVIII, Fig. 549 *a*; Taf. LXXIX, Fig. 558 *a*).

Ferner ist hervorzuheben, daß die Teilkerne, in welche die Geschlechtskerne von *Oroscen* desintegriert werden, eine so große Aehnlichkeit mit den bei anderen Protozoen beobachtete Chromidien haben, daß ich nicht bezweifeln möchte, daß die Befunde bei *Oroscena* und andere Collodarien auch ein Licht auf die Struktur dieser, wegen ihrer geringen Größe bisher weni analysierbaren Gebilde werfen.

Die Chromosomen der Radiolarien in der Vererbungslehre.

Bei keiner anderen Protozoengruppe erinnern die Chromosomen so sehr an die klassisch Objekte der Zellenlehre, an die Kernschleifen von *Salamandra*, *Ascaris* und *Lilium*, wie bei d Radiolarien, höchstens könnten noch die Befunde bei einem Myxosporidium *(Sphaeromyxa)*, üb welche Schröder (1907) neuerdings berichtet hat, hinsichtlich der Deutlichkeit der Bilder ein Vergleich aushalten. Es liegt daher nahe, die Chromosomen der Radiolarien von allen denjenig Gesichtspunkten aus noch einmal kurz zu betrachten, welche bei den neueren Versuchen, Zellforschung mit der Vererbungslehre näher zu verknüpfen, eine Rolle gespielt haben.

Die Chromosomen speciell der Tripyleen sind während der Teilung faden- oder wur förmige Gebilde von gleichmäßigem Kaliber und von glatter Oberfläche. I ihrem ersten Auftreten haben sie einen spiralig-geschlängelten Verlauf (Textfig. 220 a– was offenbar damit zusammenhängt, daß den wachsenden und sich verdickenden Chromoson innerhalb der abgegliederten Grundplasma-Portionen, in deren peripheren Schichten sie zur A bildung kommen, Wachstumswiderstände irgend welcher Art entgegenstehen. Diese schraub förmige Gestalt tritt auch noch in den mittleren Prophasen an den Einzelfäden der nunm längsgespaltenen Mutterchromosomen hervor, und so erinnern während dieser Zeit die verschiede im Tripyleenkern nebeneinander vorkommenden Chromosomentypen außerordentlich an die Ueb kreuzungsfiguren (Strepsinemen), Achter und Ringe, welche für den hete typischen Teilungsmodus der höheren Tiere und Pflanzen, insbesondere auch für Prophasen der ersten Reifungsteilung charakteristisch sind (Textfig. 220). Zu Aehnlichkeit, welche manche bei den Protozoen beobachteten Teilungsvorgänge mit den Reif teilungen der Metazoen hinsichtlich der achromatischen Figur haben (1897), kommen auch sehr weitgehende Uebereinstimmungen bezüglich der Form der chromatischen mente. Hierzu gehört übrigens auch die Erscheinung, daß die Chromosomen speciell Aulacanthiden hinsichtlich ihrer Länge und Dicke im Verlauf der Mitose ganz ähnliche mäßige Schwankungen aufweisen, wie sie z. B. bei den Copepoden bei verschiedenen Teil akten, vor allem aber während der ersten Reifungsteilung beobachtet werden: insbeso können, wie bei der letzteren, eine diakinetische Verkürzung und Verdickung, eine m kinetische Verlängerung und nach Borgert (1900, S. 233) eine abermalige Verkürzung Verdickung in den Telophasen unterschieden werden.

Die Chromosomen der Tripyleen zeigen in der Regel eine nahezu gleichmä Tingierbarkeit, doch treten vielfach in ihrem Innern hellere „Vakuolen" auf. Die Zal letzteren kann in den Telophasen so zunehmen, daß die Chromosomen in ihrer ganzen von einer perlschnurartig angeordneten Reihe von Vakuolen durchsetzt sind und auf diese

scheinbar eine gegliederte Beschaffenheit annehmen (Textfig. 225). Die Struktur dieser Chromatinelemente erinnert dann außerordentlich an das Bild, welches einzelne botanische Autoren von den Chromosomen von *Lilium* gegeben und als Beweis für ihre metamere Gliederung angesehen haben (1907c, S. 35, Fig. 9 u. 10). Indessen konnte namentlich bei den telophasischen Chromosomen von *Challengeria* mit Sicherheit nachgewiesen werden, daß hier nicht etwa eine regelmäßige Aufeinanderfolge von färbbaren, scheibenförmigen „Chromomeren" und nicht-färbbaren Linien-Zwischenscheiben vorliegt, sondern eine Durchsetzung der Chromosomen mit linear angeordneten Vakuolen (1907c, S. 35). Auch die Bilder, welche Karawajew (1895, Fig. 3) für *Aulacantha* gegeben hat und welche eine Zusammensetzung der Chromosomen aus hintereinander gelagerten Kügelchen zeigen, finden wohl in dieser Weise ihre Erklärung.

Querkerben, also Andeutungen eines Segmentierungsprozesses, wurden von mir bei den Tripyleen nicht beobachtet, dagegen tritt, wie oben gezeigt wurde (Textfig. 220), schon in den frühen Prophasen eine wirkliche Längsspaltung der Chromatinfäden hervor, und ebenso ist, wie zuerst von Borgert angegeben wurde und wie ich selbst bestätigen kann, eine sekundäre Längsspaltung der Tochterfäden durch eine helle, die Chromosomenachse durchziehende Linie angedeutet.

Die einzelnen Chromosomen sowohl der Aulacanthiden, als auch diejenigen von *Oroscena* kommen nicht gleichzeitig, sondern successive zur Entwicklung. Auch diese eigentümliche Heterochronie der Chromosomen kehrt bei einzelnen höheren Tieren und Pflanzen und zwar ebenfalls in den Prophasen der ersten Reifungsteilung wieder (1907c, S. 44). Man wird sich die Frage vorlegen dürfen, ob vielleicht auch ein Teil derjenigen Größen- und Gestaltsverschiedenheiten, welche bei verschiedenen tierischen Objekten als konstante Unterschiede der einzelnen Chromosomen-Individuen beschrieben worden sind, auf eine heterochrone Entwicklung der Chromatinelemente zurückzuführen ist (1907c, S. 43).

Von besonderem Interesse ist die Zahl der Chromosomen der Radiolarien. Schon Borgert hat für *Aulacantha* angegeben, daß diese Zahl sich mindestens auf 1200 beläuft, und ich selbst konnte bei *Castanidium* auf einem Querschnitt durch den Dyaster mit ziemlicher Sicherheit feststellen, daß die Zahl der Chromosomen zwischen 1500 und 1600 beträgt. Auch bei *Oroscena regalis* konnte berechnet werden, daß von den Einzelknäueln des ruhenden Kernes, deren jeder sich wahrscheinlich zu je einem Chromosom umbildet, nicht weniger als 1600—1800 vorhanden sein müssen. Es handelt sich also ungefähr um die nämliche Zahlengröße, welche für die Chromosomen von *Aulacantha* und *Castanidium* nachgewiesen werden konnte. Diese Chromosomenzahlen sind die größten, welche bisher in der ganzen Organismenwelt aufgefunden wurden. Am nächsten kommt den Radiolarien das Heliozoon *Actinosphaerium*, bei welchem R. Hertwig (1908, S. 27, 37) schätzungsweise 120—150 Chromosomen berechnet hat, und der Phyllopode *Artemia*, dessen Normalzahl nach Brauer und Petrunkewitsch 168 beträgt[1]). Schon diese Zusammenstellung weist darauf hin, daß es sich bei der hohen Chromosomenzahl der Radiolarien nicht etwa um ein für die Protozoen charakteristisches oder gar um ein „primitives" Verhältnis handelt. Ersteres ist um so weniger der Fall, als bei mehreren anderen Protozoen verhältnismäßig wenige Chromosomen beobachtet wurden (1907c, S. 68). Vielmehr steht die große

1) Vergl. hierzu: C. Artom, Il numero dei cromosomi e la maturazione dell' uovo dell' Artemia etc. Biologica, Vol. I, 1906.

Chromosomenzahl der Radiolarien offenbar mit dem außerordentlichen Volumen des Kernes und Weichkörpers dieser hochspezialisierten Protozoen im Zusammenhang. Man wird dabei nicht bloß an die Ausführungen von R. Hertwig und Boveri über die „Kernplasmarelation" erinnert, sondern es scheint auch ein kürzlich von Rauber (1908) ausgesprochener Gedanke in gewissem Sinne berechtigt zu sein, wonach man bezüglich der Chromosomenverhältnisse nicht einen Protisten mit der Einzelzelle eines Metaphyton oder Metazoon vergleichen darf. Man müsse „vielmehr die ganzen Individuen der verschiedenen Abteilungen der Lebewesen miteinander vergleichen, wenn es auf die Beurteilung der Ausstattung ankommt". Dann stehen aber den 1200 oder 1600 Chromosomen der Radiolarien viele Billionen Chromosomen auf der anderen Seite gegenüber.

Bei der Sporenbildung von *Oroscena* findet in dem Maße, als der Geschlechtskern sich fragmentiert (desintegriert), eine allmähliche Abnahme der Einzelknäuel und damit der Chromosomenzahl statt; und so habe ich bei den Teilungen der Sporenmutterkerne nur noch 15—20 körnchenförmige Chromosomen zählen können. Hier tritt uns also ein Reduktionsprozeß in großem Stil entgegen, der im Prinzip insofern mit einer „Reduktionsteilung" zu vergleichen wäre, als man das Auseinanderweichen von Chromosomen ohne vorhergegangene Längsspaltung als das charakteristische Merkmal einer Reduktionsteilung bezeichnen kann (1907c, S. 68, 103). Die Wiederherstellung der Zahl der Einzelknäuel kann wohl nur so gedacht werden, daß bei der Umbildung der mono- oder oligochromosomalen Schwärmer (?Zygoten) zur polychromosomalen jugendlichen *Oroscena* innerhalb des Kernes ein Vermehrungsvorgang irgend welcher Art sich abspielt. Vielleicht handelt es sich dabei um ähnliche Prozesse, wie diejenigen, denen die regelmäßig-geometrischen Zahlenreihen, welche durch die Chromosomenzahlen vieler Metazoen und Metaphyten gebildet werden (2—4—8—16 ..., 6—12—18—24 ....) ihre phylogenetische Entstehung verdanken (1907c, S. 66).

Angesichts der vielen Aehnlichkeiten, welche die Chromosomen der Radiolarien mit denjenigen der höheren Organismen zeigen, erhebt sich die Frage, ob wir bei ersteren während der vegetativen Teilungsprozesse eine Kontinuität der Chromosomen-Individuen im Sinne der Individualitätshypothese annehmen dürfen. Eine erste Voraussetzung hierfür würde sein, daß die Zahl der Chromosomen bei unserem Objekte konstant ist oder wenigstens nur gesetzmäßige, etwa im Rahmen einer geometrischen Reihe sich haltende Schwankungen aufweist. Ob dies zutrifft, läßt sich zur Zeit nicht sagen. Die Angabe von Borgert (1900, S. 229, 242), daß die Menge des Chromatins in den Aequatorialplatten der einzelnen Individuen eine verschiedene und die Zahl der Kernsegmente durchaus keine konstante sei, ist zu unbestimmt, als daß sich damit die Individualitätshypothese in unserem Falle widerlegen ließe.

Wichtiger ist das Schicksal der Chromosomen in den Telophasen und ihre Entstehung in den ersten Prophasen. Es muß hier gesagt werden, daß die Umstände, unter denen sich das Verschwinden und Wiederauftauchen der Chromosomen vollzieht, allerdings recht gut mit den Voraussetzungen der Individualitätshypothese im Einklang stehen, und daß sich insbesondere auch die bei den Radiolarien so augenfällig hervortretende Erscheinung der Heterochronie vielleicht besser vom Boden dieser Lehre, als beispielsweise von der neuerdings von Fick aufgestellten Manövrierhypothese aus verstehen läßt. Insbesondere dürften die bei den Aulacanthiden bekannt gewordenen telophasischen und prophasischen Umwandlungsprozesse (Textfig. 218—224)

speciell für diejenige Form der Individualitätshypothese eine Stütze bilden, welche die Kontinuität der Kernsegmente nicht in die Chromatinkörnchen, sondern in das „achromatische" Grundplasma verlegt (Achromatinhypothese, 1907c, S. 24).

Was zum Schluß die Funktion der Chromosomen und des ruhenden Kernes anbelangt, so vermag ich nichts Neues vorzubringen. Die Ergebnisse der bekannten, von Verworn (1889) an *Thalassicolla* ausgeführten Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Kern und Zellleib lassen die Hoffnung berechtigt erscheinen, daß der Radiolarienkern der Experimentalforschung noch mannigfache Angriffspunkte bieten wird, und einer der Wünsche, die sich mir im Laufe meiner Untersuchung aufgedrängt haben, geht dahin, bei *Thalassicolla* oder einem ähnlichen Objekte die Frage nach der ernährungs- und vererbungsphysiologischen Rolle des Kernes wieder aufzunehmen.

Daß der Kern der Radiolarien in ernährungsphysiologischer Hinsicht nicht bloß ein Laboratorium, sondern auch ein Stoffmagazin ist (vergl. Rhumbler, 1902, S. 291), das zeigen deutlich die in ihm abgelegten Depots von anscheinend nicht-organisierten Stoffen, z. B. die nucleolus-ähnlichen Binnenkörper und die vorläufig als „Fettträubchen" bezeichneten Körnchenhaufen der Tripyleenkerne. Bezeichnend ist dabei, daß diese im Kerninnern nachzuweisenden Ablagerungen offenbar ganz anderer Natur sind als die in der Centralkapsel und in der extrakapsulären Sarkode sich ansammelnden Zwischen- und Endprodukte des Stoffwechsels. In der That werden weder im Kern der Collodarien die mannigfach gestalteten „Konkretionen" (Taf. LXXVII, Fig. 543, 544; Taf. LXXVIII), die man regelmäßig in der Intrasarkode antrifft und welche offenbar die Bedeutung von Reservestoffen haben, noch im Tripyleenkern die als Phäodellen bezeichneten Sekrettropfen [1]) angetroffen. Aehnliche Gegensätze bestehen auch zwischen der Intra- und Extrasarkode. Aus der Verschiedenheit der Ablagerungen ergiebt sich aber, daß auch die Stoffwechelvorgänge in den drei konzentrisch gelagerten Plasmasorten des Radiolarienkörpers (Kern, Intrasarkode, Extrasarkode) wesentlich verschiedener Natur sind, und so stellen alle diese drei Zonen drei gesonderte Laboratorien dar, welche wohl ihre Produkte aneinander abgeben, in denen aber mit ganz verschiedenen chemischen Mitteln und Reaktionen gearbeitet wird.

Inwieweit der Kern die in der Extrasarkode sich abspielenden Formbildungsprozesse und damit die Vererbung der Form beeinflußt, das entzieht sich noch unserer Kenntnis. Nur eines wird man vielleicht von vornherein sagen dürfen. Betrachtet man auf der einen Seite den großen, monoton gebauten Tripyleenkern mit über 1000 Chromosomen, auf der anderen Seite den anisotropen, nach verschiedenen Richtungen zu verschiedenartigen Differenzierungen befähigten extrakapsulären Weichkörper — von welchem einzelne Teile, nämlich die „häutigen Stachelanlagen", morphologisch abgegliedert und selber in hohem Maße physiologisch selbständig (autonom) erscheinen —, so wird man mit der Möglichkeit rechnen dürfen, daß „die Kernplasmabeziehungen im weitesten funktionellen Sinne in der polychromosomalen, mehrseitig differenzierten Radiolarienzelle andere sind, als in der oligo- und heterochromosalen, meist einseitig differenzierten Metazoenzelle" (1907, S. 161; 1907c, S. 8), daß also der Anteil von Kern und Zellplasma an den Formbildungs- und

1) Vergl. dagegen die oben (S. 543) citierte, vereinzelte Beobachtung von Borgert.

Vererbungserscheinungen bei den Radiolarien nicht ganz der nämliche ist, wie in anderen Stämmen der Organismenwelt. Daraus würde sich aber die Notwendigkeit ergeben, bei der wechselseitigen Uebertragung experimentell gewonnener Ergebnisse besondere Vorsicht walten zu lassen.

Schlusswort.

Der Formenreichtum der Radiolarien.

In der Einleitung zum Allgemeinen Teil dieser Arbeit wurde hervorgehoben, daß derjenige Charakterzug der Radiolarien, welcher neben der geometrischen Regelmäßigkeit vieler Skelette am meisten in die Augen fällt, der große Reichtum an divergierenden und teilweise hochspecialisierten Formen ist. Auch in den folgenden vier Hauptabschnitten hat, jedesmal bei anderer Fragestellung, die Verschiedenheit der Form den eigentlichen Mittelpunkt der Betrachtung gebildet, und es bleibt also zum Schluß noch übrig, nach dieser speciellen, vorwiegend deskriptiven Behandlung, auch vom Boden der allgemeinen Entwicklungstheorie aus eine Erklärung für die Entstehung des Formenreichtums zu versuchen.

Nachdem schon im letzten Abschnitt von den Variationen als den Grundlagen der phylogenetischen Entwicklung die Rede war, soll also jetzt von den Ursachen der stammesgeschichtlichen Formdifferenzierung gesprochen werden.

Bei der ontogenetischen Untersuchung des Radiolarienskelettes wurden die bei der Formbildung wirksamen Einzelprozesse, insbesondere die Sekretions- und Sprossungsvorgänge, als physiologisch oder vital bezeichnet, mit der Fiktion, daß nach und nach wohl ihre Auflösung in einfachere Komponenten physikalischer und chemischer Natur gelingen oder daß sich wenigstens unter den bei anorganischen Körpern vorkommenden Umsetzungs- und Wachstumsvorgängen augenscheinliche Homologien herausstellen werden. Ob auch nur dieses letztere Ziel erreichbar ist, mag bei manchen Formverhältnissen zweifelhaft erscheinen, so bei den erblichen Asymmetrien im Falle unvollständiger Trichotomie (*Coelechinus*, *Cytocladus*, S. 645), bei gewissen asymmetrischen Abnormitäten (*Auloceros arborescens trigeminus*, S. 588), bei den sympodial verzweigten Ankerfädchen (S. 647). Jedenfalls kann aber von diesem heuristisch-mechanistischen Standpunkt aus der Versuch gemacht werden, auch die stammesgeschichtliche Entstehung des Formenreichtums ausschließlich aus bekannten Verhältnissen, insbesondere aus den Beziehungen zwischen Organismus und Außenwelt abzuleiten.

Zwei Umstände sind es aber, welche bei den Radiolarien, ebenso wie bei allen überwiegend marin-planktonischen Organismengruppen einem solchen Erklärungsversuch im Wege zu stehen scheinen, die monotone Beschaffenheit des Mediums und die mangelnde oder unvollständige Isolation der Wohnbezirke.

Die Monotonie des Mediums macht sich bei den Radiolarien und speciell bei den vorwiegend tiefenbewohnenden Tripyleen nicht bloß in der relativen Einförmigkeit der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Wassers, sondern auch in der weitgehenden Uebereinstimmung der Nahrung geltend, und zwar kommen dabei nicht nur die Verhältnisse in Betracht, wie sie in der Gegenwart innerhalb der verschiedenen Oceane und insbesondere ihrer Tiefenregionen bestehen, sondern es ist, soviel wir wissen, auch für die ganze Reihe der geologischen Perioden eine große Konstanz der äußeren Faktoren anzunehmen. Allerdings glaubt die heutige Geologie [1]) zugeben zu müssen, daß im Laufe der Erdperioden Temperaturschwankungen vorgekommen sind, sei es infolge der wechselnden Verteilung von Wasser und Land und der dadurch bewirkten Stromablenkungen, sei es im Zusammenhang mit Oscillationen der Erdachse oder mit Veränderungen im Kohlensäuregehalt der Atmosphäre. Doch könnte es sich, wenigstens im ersteren Falle, nur um lokale und in allen Fällen höchstens um kleine, auf wenige Grade sich belaufende Unterschiede handeln, für die Gesamtheit des Wassers aber sind schwerlich Temperaturveränderungen von beträchtlichem Umfange anzunehmen.

Entsprechendes dürfte aber auch für die chemische Zusammensetzung des Wassers und für die pflanzliche Nahrung der Radiolarien gelten. In ersterer Hinsicht sind wenigstens im offenen Ocean weder örtliche noch zeitliche Schwankungen in größerem Umfang anzunehmen, und was die Zusammensetzung des Phytoplanktons anbelangt, so sind die Diatomeen aus den Gattungen *Fragilaria* und *Coscinodiscus*, die sich im Phäodium so vieler Tripyleen als wesentliche Nahrungsbestandteile vorfinden, mindestens schon in den tertiären Meeren verbreitet gewesen.

Und doch dürften die Ergebnisse des II. Abschnittes, in welchem sehr enge Beziehungen zwischen der Form der Radiolarien und den Temperaturverhältnissen nachgewiesen werden konnten, zu dem Schlusse berechtigen, daß selbst geringe Temperaturschwankungen, wie sie möglicherweise in den einzelnen größeren Meeresgebieten im Laufe der geologischen Perioden aufeinander gefolgt sind, eine sehr wichtige Rolle bei der Artbildung und bei der Entfaltung des Formenreichtums gespielt haben. Daß auch geringfügige Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung des Meerwassers einen ähnlichen Einfluß ausüben könnten, darauf weist nicht nur die große Empfindlichkeit hin, welche manche Objekte der entwicklungsmechanischen Forschung gegenüber verschiedenen Salzgemischen gezeigt haben, sondern auch eine Beobachtung, welche Bütschli bei den Acantharien gemacht hat (1906). Danach bauen diese Radiolarien ihr Skelett im wesentlichen aus Strontiumverbindungen auf und sind also von einem Elemente abhängig, welches zwar direkt im Meerwasser (und ebenso im Kesselstein der Dampfer und in der Asche von *Fucus*) nachweisbar ist [2]), aber im Ocean jedenfalls nur in so geringer Menge auftritt, daß sein Vorkommen in den chemischen Analysen des Meerwassers weder einen zahlenmäßigen Ausdruck findet noch überhaupt erwähnt zu werden pflegt [3]).

1) Für freundliche Beratung in diesen Fragen bin ich meinem verehrten Kollegen, Prof. Sauer, zu Dank verpflichtet.
2) J. Roth, Allgemeine und chemische Geologie, Bd. I, Berlin 1879.
3) Vergl. z. B. A. Sauer, Mineralkunde, S. 115; M. Neumayr, Erdgeschichte, Bd. I, S. 545.

Was den zweiten der vorhin erwähnten Faktoren, die **Isolation**, anbelangt, so pflegt ihr fast von allen neueren Biologen und Thiergeographen eine größere oder geringere Rolle bei der Artbildung zugeschrieben zu werden. Bei einigen Formen, z. B. bei den Bewohnern der Hochgebirge, tritt ja diese Bedeutung unmittelbar zu Tage[1]). Aber auch innerhalb kleinerer Gebiete, welche nur durch Bodenerhebungen, durch die Verteilung der Vegetation und andere lokale Schranken gegliedert erscheinen, kann sich die Wirkung der Isolation geltend machen, wie dies z. B. von Gulick für die Achatinellen von Oahu (Sandwich-Inseln) angenommen wurde (vergl. Weismann, 1904, 2. Bd., S. 246; Plate, 1907).

Bei den Radiolarien und speciell bei den Tripyleen dürfte nun, wie bei anderen marinplanktonischen Organismen, die Wirkung der Isolation in der That weniger bemerkbar sein als bei terrestrischen, littoralen und limnetischen Formen. Indessen ist kaum zu bezweifeln, daß dieser Faktor auch bei den Radiolarien eine Bedeutung für die Artbildung hat. Möglicherweise wird einmal die genauere Untersuchung der tiefer lebenden Tripyleen des Mittelmeeres bessere Anhaltspunkte für diese Annahme gewähren, da ja bekanntlich die Tiefenregionen des Mittelmeerbeckens durch eine vorgelagerte, zwischen Cap Trafalgar und Cap Spartel sich erstreckende Barre von denen des Oceans abgetrennt sind. Auf alle Fälle legen aber die Beobachtungen, welche Schimper an den Peridineen der atlantischen Meeresströmungen gemacht hat (vergl. S. 566), die Vorstellung nahe, daß auch bei den offenbar in hohem Maße temperaturempfindlichen Radiolarien die verhältnismäßig scharfen Abgrenzungen zwischen polaren und warmen Stromgebieten oder auch die besonderen Verhältnisse mancher Stromwirbel eine isolierende und im Zusammenhang damit eine artbildende Wirkung ausüben können.

Wenn sich also bei unserem Versuche, den Formenreichtum mit den Verhältnissen der Außenwelt in Zusammenhang zu bringen, weder aus der relativen Monotonie des Mediums noch aus der unvollständigen Isolation der Wohnbezirke allzu große Schwierigkeiten zu ergeben scheinen, so erhebt sich die weitere Frage: besteht bei den Radiolarien der Einfluß des äußeren Mediums mehr in der Erzeugung von nicht-erblichen Standorts- oder Klimavariationen, oder haben wir eine accumulative Wirkung der sich verändernden Lebensbedingungen im Sinne Lamarck's oder endlich eine weitgehende Beherrschung der Formbildung durch die Selektion anzunehmen?

Als Beispiele für Standortsmodifikationen können die in den Mischwassergebieten auftretenden Skelettabnormitäten betrachtet werden (S. 598). Bei diesen Vorkommnissen, die allerdings mehr pathologischer Natur sind, dürfte es sich in der That um einen direkten Einfluß des Mediums auf die Skelettbildung der einzelnen Individuen handeln.

Daß ferner die Annahme einer Artbildung im Sinne Lamarck's bei Einzelligen auf geringere theoretische Schwierigkeiten stößt als bei den Vielzelligen, wird seit den Ausführungen Weismann's über diesen Gegenstand wohl allgemein anerkannt. Speciell bei der Vermehrung von *Aulacantha* und anderer mit isolierten Skelettstücken ausgestatteten Radiolarien stellen sich die Tochterindividuen nicht bloß in morphologischer Hinsicht als augenscheinliche „Fortsetzungen des Mutterwesens" (Weismann) dar, sondern sie setzen bei ihrem weiteren Wachstum, bei der Vervollständigung ihrer Stachel-Armatur, ihres Phäodiums, ihres Alveolarapparates, einfach die sekretorischen Thätigkeiten des Mutterindividuums fort, so daß sich hier, deutlicher vielleicht als bei anderen

1) Ein besonders schönes Beispiel bilden die echten Steinböcke vom Subgenus *Ibex* mit ihren zahlreichen, auf die Hochgebirge der alten Welt verteilten geographischen Unterarten. Vgl. Döderlein, 1902, S. 421.

Protozoen, auch in den Formgestaltungsprozessen die physiologische Kontinuität ohne weiteres nachweisen läßt. Man kann sich also hier leicht denken, daß Eindrücke, welche das Mutterindividuum empfangen hat, so nachhaltig sein können, daß ihre Wirkung auch den Teilungsakt überdauert und die formgestaltende Thätigkeit der Tochter- und Enkelindividuen beeinflußt. So könnte z. B. angesichts der Erscheinung, daß zusammenwohnende, verschiedenen Abteilungen angehörige Arten in einfacheren Formverhältnissen, vor allem in der Körpergestalt, auffällige, teleologisch nicht zu deutende Konvergenzen aufweisen (S. 575), an eine accumulierende Wirkung der Lebensbedingungen gedacht werden. Daß aber eine weiter gehende oder gar eine uneingeschränkte Anwendung des LAMARCK'schen Erklärungsprinzips sofort auf Hindernisse stößt, ergiebt sich aus einer Gegenüberstellung der beiden Hauptresultate dieser Arbeit, d. h. wenn man berücksichtigt, daß das Radiolarienskelett einerseits bis in die kleinsten Einzelheiten und nach allen Richtungen hin (Größe, Gesamtform, derbe oder zarte Beschaffenheit, Zahl, Länge und Verzweigungsweise der Radialstacheln u. s. w.) „angepaßt" ist, und daß andererseits seine Entstehung nicht auf einem einfachen Abscheidungs- und Erhärtungsvorgang, sondern auf dem Zusammenwirken mehrerer, relativ selbständiger Einzelprozesse beruht. Denn so eng zusammengedrängt und innig verbunden alle jene Anpassungseinrichtungen im Radiolarienkörper auch sind, und so gering auch die Zahl der Entwicklungsetappen ist, welche zwischen dem formbildenden Plasma und dem fertigen Skelettzustand liegen, so treten doch auch bei diesen einzelligen Organismen jene Schwierigkeiten deutlich hervor: sind wir doch außer stande, uns einen einzelnen äußeren Naturfaktor oder eine Gruppe von solchen oder irgend eine Form des „Gebrauchs und Nichtgebrauchs" vorzustellen, durch welche die Gesamtheit der verhältnismäßig selbständigen, ontogenetischen Elementarprozesse derart abgeändert werden könnte, daß dem ganzen Komplex von Anpassungseinrichtungen seine morphologische und funktionelle Harmonie erhalten bliebe!

Welchen Einfluß wir aber auch der direkten (accumulierenden, progressiven) Wirkung des äußeren Mediums zuschreiben, auf alle Fälle wird schon bei der Bildung und Erhaltung geringfügiger Abänderungen, bei der Entstehung der Vertikalrassen und geographischen Unterarten der Selektion eine sehr wichtige Rolle zuzuschreiben sein. Aus theoretischen Gründen ist aber dann anzunehmen, daß sie bei weitergehender Divergenz der Formen, bei der Entfaltung des eigentlichen Formenreichtums in noch höherem Maße eine entscheidende Bedeutung besitzt.

Von diesen allgemeinen Voraussetzungen aus könnte man sich dann vorstellen, daß verschiedene besondere Momente die Formdifferenzierung begünstigen.

Wie gezeigt wurde, ist das Radiolarienskelett als eine sehr komplizierte und auf kompliziertem Wege entstandene Anpassungseinrichtung aufzufassen, deren Einzelteile harmonisch miteinander verbunden, säulen- und druckfest, elastisch und möglichst leicht sein müssen und die verschiedensten Funktionen zu erfüllen haben. Es werden also schon kleine Abänderungen des einen Merkmals oder des einen formbildenden Mittels notwendig eine korrelative Abänderung mehrerer anderer Merkmale und formbildender Mittel im Gefolge haben müssen, damit dem Körper seine Schwebfähigkeit und Druckfestigkeit erhalten bleibt, und so werden schon bei geringen Schwankungen in der Beschaffenheit des Mediums die Anpassungsprozesse zu sehr beträchtlichen und sehr mannigfaltigen Veränderungen in der Zusammensetzung des Artbildes führen können (1906 b,

S. 50). So wurde an dem wiederholt besprochenen, vielseitig-monströsen *Aulosphaera*-Skelett (S. 599, Textfig. 175; S. 664) gezeigt, daß Abänderungen endogenen oder exogenen Ursprunges, welche einen einzelnen Elementarfaktor, z. B. die Oberflächenspannung der häutigen Stachelanlage, betreffen, allerdings nach einer bestimmten Richtung hin eine Annäherung an den Castanellidentypus bewirken können, daß aber offenbar eine harmonische Neubildung nur bei gleichzeitiger Abänderung einer ganzen Reihe von Verhältnissen entstehen könnte.

An zweiter Stelle wird man berücksichtigen dürfen, daß die kleinen Temperaturschwankungen, wie sie in den einzelnen Meeresgebieten im Laufe der geologischen Perioden aufeinander gefolgt sind, die Radiolarien jedesmal auf einer anderen Organisationsstufe angetroffen haben und daß daher ihre modellierende Wirkung immer wieder eine verschiedene sein mußte. Wir können auch sagen: weil bei den Radiolarien die Wirkungen der zeitlichen und örtlichen Temperaturveränderungen und überhaupt der äußeren Faktoren nicht als direkte Umprägungen der Form gedacht werden können, sondern weil sich speciell die Skelettstrukturen ihnen anpassen müssen, so werden bei abwechselnden Temperaturerhöhungen und -erniedrigungen die Formen nicht mit oscillierenden Bewegungen um einen mittleren Typus antworten, sondern eine fortschreitende Entwicklung und damit eine zunehmende Divergenz aufweisen. Das Keim- oder Artplasma ist eben, wie dies von Weismann (1904, S. 277 ff.) in seiner Theorie von der Germinalselektion angenommen und auch von Plate (1907, S. 585) neuerdings ausgeführt wurde, eine historische Substanz, welche bei einer Umkehr der äußeren Bedingungen nicht ohne weiteres auf den früheren Zustand zurücksinkt, sondern sich in der Regel noch weiter vom Ausgangspunkt entfernen wird.

Zwei Beispiele mögen dies Verhältnis veranschaulichen.

Es lassen sich Gründe für die Annahme anführen, daß innerhalb der Großart *Aulospathis variabilis* die Varietäten *aulodendroides* mit monopodial verzweigten Stacheln (Taf. VII, Fig. 70 71, 76), *triodon-diodon* mit doppelter Quirlstellung (Fig. 78, 79) und *monodon* mit ihrem auf einen Terminalast reduzierten Endquirl (Fig. 80) eine phylogenetische Reihe bilden. Innerhalb dieser Reihe bedingt der Bau der Stacheln beim ersten und dritten Glied eine vermehrte, beim zweiten eine verringerte Oberflächenvergrößerung und Schwebefähigkeit. Es würde sich also daraus ergeben, daß die Vorfahren speciell von *Au. variabilis monodon* zuerst aus einem wärmeren, dünneren Medium in ein kühleres, dichteres übergegangen und dann wieder in ein wärmeres Medium zurückgekehrt sind. Thatsächlich finden wir auch, daß die Varietät *aulodendroides* in den eigentlich tropischen Meeresgebieten, also in den vermutlichen Stammsitzen der Gattung, zu Hause ist, daß die Unterart *triodon-diodon* das Tiefenkühlwasser der gemäßigten und kalten Meeresgebiete bewohnt, *monodon* dagegen auch in den höheren, etwas mehr durchwärmten Schichten der letzteren vorkommt (Syst. Teil, S. 81). Beim Uebergang in diese hat also keine Rückkehr zur ursprünglichen monopodialen Form stattgefunden, sondern es hat sich von der zweiquirligen Etappe aus ein neuer Typ herausgebildet.

In ähnlicher Weise sind vielleicht innerhalb der Familie der Medusettiden aus den kleinen, beschalten Oberflächenbewohnern (*Medusetta*- und *Euphysetta*-Arten) zunächst die großen, mit mächtigem Skelett ausgestatteten Tiefenkühlwasserformen (*Planktonetta* u. a.) und aus diesen wieder bei abermaliger Anpassung an wärmere, dünnere Schichten unter Rückbildung und Wegfall des Skelettes die zuerst von Borgert beschriebenen Atlanticelliden entstanden.

Als ein dritter Faktor, welcher bei der Entstehung des Formenreichtums der Radiolarien eine Rolle gespielt haben mag, darf möglicherweise ein polyphyletischer Ursprung der größeren Abteilungen betrachtet werden. Für die außerordentliche Formendivergenz, welche innerhalb der Ordnung der Tripyleen in augenfälliger Weise hervortritt, käme freilich diese Hilfsannahme nicht in Betracht, da für die Tripyleen, wie der einheitliche Aufbau der hochspecialisierten Centralkapsel zeigt, sicherlich ein monophyletischer Ursprung anzunehmen ist. Wohl aber könnte z. B. daran gedacht werden, daß verschiedene Ordnungen oder Legionen, vielleicht auch die einzelnen Hauptabteilungen der Nassellarien selbständige Stämme darstellen, welche getrennt voneinander aus skelettlosen Protozoengruppen hervorgegangen sind, und in diesem Falle wäre nicht bloß der große Formenreichtum, sondern vor allem auch das Nebeneinandervorkommen so vieler weit divergierender Formen an derselben Oertlichkeit dem Verständnis nähergerückt, wie dies auch schon für andere marine Organismengruppen dargelegt worden ist[1].

Mittels dieser drei Hilfsannahmen könnte vielleicht die Erscheinung des Formenreichtums eine teilweise Erklärung finden. Gerade bei den Radiolarien, also bei einem der klassischen Objekte der vergleichend-phylogenetischen Untersuchung, läge es wohl nahe, diesen Erörterungen einen noch größeren Raum zu gewähren, aber es würde damit der Kreis derjenigen Fragen zu weit überschritten werden, für deren Beantwortung die Ausbeute einer Expedition, und sei sie auch so reichhaltig wie die der „Valdivia", entscheidendes Material liefern könnte.

Wenn mir also auch die phylogenetische Erklärung des Formenreichtums als das ideale Ziel der Untersuchung vorschwebte, so mußte doch der Schwerpunkt der Untersuchung auf anderem Gebiete liegen. So habe ich es denn als Hauptaufgabe des Allgemeinen Teiles angesehen, direkt an die Beobachtungen anzuknüpfen und den Boden für die Experimentalforschung vorzubereiten durch den Nachweis, daß nicht wenige Sätze der allgemeinen Formenphysiologie und Entwicklungsgeschichte, der Vererbungs- und Variationslehre eine lehrreiche Anwendung und einige Probleme wohl auch eine neue Beleuchtung finden, wenn man sie aus der Welt der Vielzelligen überträgt auf die gestaltenreiche Gruppe der einzelligen Radiolarien.

1) So hat z. B. auch REINKE (1903, S. 52) die Thatsache, daß im Stillen Ocean so ziemlich alle morphologischen Typen der Laminariaceen vielfach an denselben Standorten durcheinander wachsen, durch Annahme einer polyphyletischen Entwicklung verständlich zu machen gesucht.

Stuttgart, November 1908.

Litteraturverzeichnis zum Allgemeinen Teil.

Bergt, W. (1905), Radiolarienführende Kieselschiefer im „Kambrium" von Tharandt in Sachsen. Centralbl. Min. Geol. Pal., 1905.

Berthold, G. (1882), Ueber die Verteilung der Algen im Golf von Neapel etc. Mitt. Zool. Station Neapel, Bd. III, 1882.

Blochmann, F. (1906), Zur Systematik und geographischen Verbreitung der Brachiopoden. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XC, 1906.

Borgert, A. (1891), Ueber Dictyochiden, insbesondere über *Distephanus speculum*, sowie Studien an Radiolarien. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LI, 1891.

— (1892), Vorbericht über einige Phäodarien- (Tripyleen-)Familien der Plankton-Expedition. Erg. Plankt.-Exp., Bd. I, A, Kiel u. Leipzig 1892.

— (1896), Zur Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien (Phäodarien). Zool. Anz., Jahrg. 19, 1896.

— (1896a), Fortpflanzungsverhältnisse bei tripyleen Radiolarien (Phäodarien). Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1896.

— (1900), Untersuchungen über die Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien, speciell von *Aulacantha scolymantha* H. I. Teil. Zool. Jahrb. (Anat. Abt.), Bd. XIV, 1900.

— (1905), Die tripyleen Radiolarien der Plankton-Expedition. Tuscaroridae. Erg. Plankt.-Exp., Bd. III, L. h. 2, 1905.

— (1907), Die tripyleen Radiolarien der Plankton-Expedition. Concharidae. Erg. d. Plankt.-Exp., Bd. III, L. h. 5, 1907.

Brandt, K. (1885), Die koloniebildenden Radiolarien (Sphärozoëen) des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, 13. Monogr., Berlin 1885.

— (1890), Neue Radiolarienstudien. Mitt. Ver. Schlesw.-Holst. Aerzte, Heft 12, 1890.

— (1892), Ueber Anpassungserscheinungen und Art der Verbreitung von Hochseetieren. Erg. Plankt.-Exp., Bd. I, A, 1892.

— (1897), Biologische und faunistische Untersuchungen an Radiolarien und anderen pelagischen Tieren. I. Untersuchungen über den hydrostatischen Apparat von Thalassicollen und koloniebildenden Radiolarien. Zool. Jahrb. (Syst. Abt.), Bd. IX, 1897.

— (1902), Beiträge zur Kenntnis der Colliden. Arch. Prot., Bd. I, 1902.

Bütschli, O. (1883), Beiträge zur Kenntnis der Radiolarienskelette, insbesondere der der Cyrtida. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVI, 1883.

— (1904), Beobachtungen über eigentümliche Sprungsysteme von großer geometrischer Regelmäßigkeit. Verh. Naturhist. Ver. Heidelb., N. F. Bd. VII, 1904.

— (1906), Ueber die chemische Natur der Skelettsubstanz der Acantharia. Zool. Anz., Bd. XXX, 1906.

Chun, C. (1897), Die Beziehungen zwischen dem arktischen und antarktischen Plankton, Stuttgart 1897.

— (1900), Aus den Tiefen des Weltmeeres, 1. Aufl., Jena 1900.

— (1903), Dasselbe, 2. Aufl., Jena 1903.

— (1904), Die vertikale Verbreitung des marinen Planktons. Compte-rendu 6me Congr. intern. Zool. Berne, 1904.

Dahl, F. (1894), Ueber die horizontale und vertikale Verbreitung der Copepoden im Ocean. Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1894.

David, T. W. Edgeworth and Howchin, Walter (1897), Note on the Occurrence of Casts of Radiolaria in Pre-Cambrian (?) Rocks, South Australia. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, Vol. XXI, 1897.

David, T. W. E. (1897a), The Occurrence of Radiolaria in Palaeozoic Rocks in N. S. Wales. Proc. Linn. Soc. N. S Wales, Vol. XXI, 1897.

DÖDERLEIN, L. (1902), Ueber die Beziehungen nahe verwandter „Tierformen" zu einander. Zeitschr. f. Morph., Bd. IV, 1902.

DREYER, F. (1892), Die Prinzipien der Gerüstbildung bei Rhizopoden, Spongien und Echinodermen. Ein Versuch zur mechanischen Erklärung organischer Gebilde. Jen. Zeitschr., Bd. XXVI, 1892.

DRIESCH, H. (1906), Die Physiologie der tierischen Form. Ergeb. d. Phys., Jahrg. 5, 1906.

DUNCKER, G. (1899), Wesen und Ergebnisse der variationsstatistischen Methode in der Zoologie. Verh. Zool. Ges., 1899.

EBNER, V. v. (1887), Ueber den feineren Bau der Skeletteile der Kalkschwämme nebst Bemerkungen über Kalkskelette überhaupt. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Bd. XCV, 1. Abt., 1887.

ELPATIEWSKY, W. (1907), Zur Fortpflanzung von *Arcella vulgaris* EHRBG. Arch. f. Protistenkunde, Bd. X, 1907.

FRUHWIRTH, C. (1905), Die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Bd. I, Berlin 1905.

FUCHS, TH. (1883), Beiträge zur Lehre über den Einfluß des Lichtes auf die bathymetrische Verbreitung der Meeresorganismen. Verh. Geol. Reichsanstalt Wien, No. 2, 1883.

GIESBRECHT, W. (1892), Systematik und Faunistik der pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora d. G. v. N., 19. Monogr., 1892.

— (1902), Copepoden. Résult. Voy. Belgica, R. 10, Anvers 1902.

HAECKEL, E. (1862), Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria). Eine Monographie, Berlin 1862.

— (1872), Die Kalkschwämme. Eine Monographie. Berlin 1872.

— (1887), Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Chall. Rep., Zool., Vol. XVIII, 1887.

— (1887 a), Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria). Eine Monographie. 2. Teil. Grundriß einer allgemeinen Naturgeschichte der Radiolarien, Berlin 1887.

— (1894), Systematische Phylogenie, I. Teil, Berlin 1894.

— (1906), Prinzipien der generellen Morphologie der Organismen, Berlin 1906.

HAECKER, V. (1897), Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen. Biol. Centralbl., Bd. XVII, 1897.

— (1904), Bericht über die Tripyleen-Ausbeute der Deutschen Tiefsee-Expedition. Verh. Zool. Ges., 1904.

— (1904 a), Ueber die biologische Bedeutung der feineren Strukturen des Radiolarienskelettes. Jen. Zeitschr., Bd. XXXIX, 1904.

— (1905), Finales und Kausales über das Tripyleenskelett. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. LXXXIII, 1905.

— (1906), Zur Kenntnis der Challengeriden. Vierte Mitt. über die Trip.-Ausbeute d. Deutsch. Tiefsee-Exp. Arch. Prot., Bd. VII, 1906.

— (1906 a), Zur Kenntnis der Castanelliden und Porospathiden. Fünfte Mitteilung über die Tripyleen der „Valdivia"-Ausbeute. Arch. Prot., Bd. VIII, 1906.

— (1906 b), Ueber die Mittel der Formbildung im Radiolarienkörper. Sechste Mitt. etc. Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1906.

— (1906 c), Ueber einige große Tiefsee-Radiolarien. Siebente Mitt. über die Radiolarien der „Valdivia"-Ausbeute. Zool. Anz., Bd. XXX, 1906.

— (1907), Zur Statik und Entwicklung des Cölographidenskelettes. Achte Mitt. etc. Arch. Prot., Bd. IX, 1907.

— (1907 a), Altertümliche Sphärellarien und Cyrtellarien aus großen Meerestiefen. Neunte Mitt. etc. Arch. Prot., Bd. X, 1907.

— (1907 b), Ueber Chromosomen- und Sporenbildung bei Radiolarien. Zehnte Mitt. etc. Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1907.

— (1907 c), Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. Erg. u. Fortschr. Zool., Bd. I, 1907.

— (1908), Ueber die lebende Substanz. Jahresh. Ver. Vat. Naturk. Württemberg, 1908.

HERTWIG, O. (1906), Allgemeine Biologie, Jena 1906.

HERTWIG, R. (1876), Zur Histologie der Radiolarien, Leipzig 1876.

— (1879), Der Organismus der Radiolarien, Jena 1879.

— (1898), Ueber Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium Eichhorni*. Abh. Bayer. Akad. Wiss., 2. Kl., Bd. XIX, 3. Abt., 1898.

HINDE, GEO. JENNINGS (1890), Notes on Radiolaria from the Lower Palaeozoic Rocks (Llandeils-Caradoc) of the South of Scotland. Ann. and Mag. Nat. Hist., (6) Vol. VI, 1890.

Hinde, Geo. Jennings (1899), On the Radiolaria in the Devonian Rocks of New South Wales. Quart. Journ. Geol. Soc. London, Vol. 55, 1899.

Immermann, F. (1904), Die Tripyleenfamilie der Aulacanthiden der Plankton-Expedition. Erg. Plankt.-Exped., Bd. III, L. h., 1904.

Jennings, A. V. (1899), The Geology of the Davos District (Switzerland). Quart. Journ. Geol. Soc. London, Vol. LV, 1899.

Karawajew, W. (1895), Beobachtungen über die Struktur und Vermehrung von *Aulacantha scolymantha* Haeck. Zool. Anz., Jahrg. 18, 1895.

Karsten, G. (1905), Das Phytoplankton des antarktischen Meeres nach dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898—1899. Wiss. Erg. Deutsch. Tiefsee-Exp., Bd. II, 2. Teil, 1907. (Eingeg. April 1905.)

— (1905a), Das Phytoplankton des Atlantischen Oceans etc. Ebenda. (Eingeg. Dezbr. 1905.)

— (1907), Das indische Phytoplankton etc. Ebenda. (Eingeg. Aug. 1907.)

Lang, A. (1901), Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. 2. Aufl., 2. Lief.: Protozoa, Jena.

Lo Bianco, S. (1903), Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht Puritan nelle adiacenze di Capri ed in altre località del Mediterraneo. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. XVI, 1903.

Loeb, J. (1905), On fertilization, artificial parthenogenesis, and cytolysis of the see urchin egg. Univ. Calif. Publ., Physiol., Vol. II, 1905.

Lohmann, H. (1904), Eier und sogenannte Cysten der Plankton-Expedition. Erg. Plankt.-Exp., Bd. IV, N, 1904.

— (1905), Die Appendicularien des arktischen und antarktischen Gebiets, ihre Beziehungen zu einander und zu den Arten des Gebiets der warmen Ströme. Zool. Jahrb., Suppl. VIII, 1905.

Maas, O. (1898), Die Ausbildung des Kanalsystems und des Kalkskelettes bei jungen Syconen. Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1898.

— (1900), Ueber Entstehung und Wachstum der Kieselgebilde bei Spongien. Sitz.-Ber. Bayer. Akad. Wissensch., Bd. XXX, 1900.

— (1900a), Die Weiterentwicklung der Syconen nach der Metamorphose. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. LXVII, 1900.

— (1900b), Ueber die sogenannten Biokristalle und die Skeletthildung niederer Tiere. Sitz.-Ber. Ges. Morph. u. Phys. München, 1900.

— (1906), Die arktischen Medusen (ausschließlich der Polypomedusen). Fauna arctica, Bd. IV, Lief. 3, Jena 1906.

— 1906a), Medusen. Résult. Voy. Belgica, R. 51, Anvers, 1906.

Meisenheimer, J. (1905), Pteropoda. Wiss. Erg. Deutsch. Tiefsee-Exp., Bd. IX, 1905.

Minchin, E. A. (1898), Materials for a Monograph of the Ascons. I. On the Origin and Growth of the Triradiate and Quadriradiate Spicules in the Family Clathrinidae. Quart Journ. Micr. Sci., Vol. XL, 1898.

Mrázek, A. (1902), Arktische Copepoden. Fauna arctica, Bd. II, Lief. 3, Jena 1902.

Murray, J. (1876), Preliminary reports . . . on work done on board of the Challenger. Proc. Roy. Soc. London Trans. Vol. XXIV, 1876.

— (1896), On the deep and shallow-water marine fauna of the Kerguelen Region of the Great Southern Ocean. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XXXVIII, Pt. 2, 1896.

Ortmann, A. E. (1896), Ueber Bipolarität in der Verbreitung mariner Tiere. Zool. Jahrb. (Syst. Abt.), Bd. IX, 1896.

Ostwald, Wolfgang (1903), Zur Lehre vom Plankton. Naturwiss. Wochenschr., N. F. Bd. II, 1903, S. 481.

Pfeffer, G. (1891), Versuch über die erdgeschichtliche Entwicklung der jetzigen Verbreitungsweise unserer Tierwelt, Hamburg 1891.

Plate, L. (1904), Die Mutationstheorie im Lichte zoologischer Thatsachen. Compt. rend. 6ᵉ Congr. intern. Zool. Berne, 1904.

— (1906), Die Artbildung bei den Cerion-Landschnecken der Bahamas. Verh. Deutsch. Zool. Ges., 1906.

— (1907), Die Variabilität und die Artbildung nach dem Prinzip der geographischen Formenketten bei den Cerion-Landschnecken der Bahama-Inseln. Arch. Rass. u. Ges.-Biol., Jahrg. 4, 1907.

— (1908), Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung. Ein Handbuch des Darwinismus, 3. Aufl., Leipzig 1908.

Popofsky, A. (1904), System und Faunistik der Acanthometriden der Plankton-Exped. Inaug.-Diss., Kiel 1904.

— (1904a), Die Acantharia der Plankton-Expedition. Teil I: Acanthometra. Erg. Plankt.-Exp., Bd. III, L. f. α. 1904.

— (1906), Die Acantharia der Plankton-Expedition. Teil II: Acanthophracta. Erg. Plankt.-Exp., Bd. III, L. f. β., 1906.

Rauber, A. (1908), Ontogenese als Regeneration betrachtet, Dorpat 1908.

Reinke, J. (1903), Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Laminariaceen, Kiel 1903.

REINKE, J. (1905), Philosophie der Botanik, Leipzig 1905.
REUKAUF, E. (1905), Ueber Difflugiengehäuse. Naturw. Wochenschr., N. F. Bd. IV, 1905.
RHUMBLER, L. (1901), Nordische Plankton-Foraminiferen. Nordisches Plankton, XIV, Kiel und Leipzig 1901.
— (1902), Die Doppelschalen von *Orbitolites* und anderen Foraminiferen, vom entwicklungsmechanischen Standpunkt aus betrachtet. Arch. Prot., Bd. I, 1902.
— (1904), Zellenmechanik und Zellenleben, Leipzig 1904.
— (1906), Foraminiferen von Laysan und den Chatham-Inseln. Zool. Jahrb. (Syst. Abt.), Bd. XXIV, 1906.
— (1906a), Aus dem Lückengebiet zwischen organismischer und anorganismischer Materie. Erg. Anat. u. Entw., Bd. XV (1905), 1906.
ROUX, W. (1893), Entwicklungsmechanik. Erg. Anat. u. Entw., Bd. II (1892), 1893.
— (1894), „Einleitung." Arch. f. Entw.-Mech. d. Org., Bd. I, 1894.
RÜST (1892), Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Trias und der paläozoischen Schichten. Palaeontographica, Bd. XXXVIII, 1891—1892.
SARASIN, P. und F. (1899), Die Landmollusken von Celebes, Wiesbaden 1899.
SCHAUDINN, F. (1895), Ueber die Theilung von *Amoeba binucleata* GRUBER. Sitz.-Ber. Ges. naturf. Fr. Berlin, 1895.
— (1896), Ueber das Centralkorn der Heliozoen, ein Beitrag zur Centrosomenfrage. Verh. Deutsch. Zool. Ges. Bonn, 1896.
SCHOTT, G. (1902), Oceanographie und maritime Meteorologie. Wiss. Erg. Deutsch. Tiefsee-Exp., Bd. I, 1902.
SCHRÖDER, O. (1906), Neue Protozoen der Deutschen Südpolar-Expedition. Zool. Anz., Bd. XXX, 1906.
— (1906a), Neue Radiolarien *(Cytocladus gracilis* und *Cytocl. major)* der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. Deutsche Südpolar-Exp., Bd. IX, 1906.
— (1906b), Eine neue *Cytocladus*-Art *(Cytocladus spinosus)*. Zool. Anz., Bd. XXX, 1906.
— (1907), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Myxosporidie *Sphaeromyxa labrazesi* (LAVERAN et MESNIL). Arch. Prot., Bd. IX, 1907.
SCHULZE, F. E. (1887), Zur Stammesgeschichte der Hexactinelliden. Abh. Preuß. Ak. Wiss. Berlin, 1887.
SPENGEL, J. W. (1905), Betrachtungen über die Architektonik der Tiere. Zool. Jahrb., Suppl. 8, 1905.
STEINHAUS, O. (1896), Die Verbreitung der Chätognathen im südatlantischen und indischen Ocean. Inaug.-Diss. Kiel 1896.
THOMPSON, J. C. (1898), Contributions to our Knowledge of the Plankton of the Faeröe Channel. No. IV. Report on the Copepoda etc. (With an Appendix by Dr. FOWLER.) Proc. Zool. Soc. London, 1898.
VANHOEFFEN, E. (1897), Die Fauna und Flora Grönlands. Grönland-Exp. d. Ges. f. Erdk. 1891—1893, Berlin 1897.
VERWORN, M. (1889), Psychophysiologische Protistenstudien, Jena 1889.
DE VRIES, H. (1901), Die Mutationstheorie, Bd. I, Leipzig 1901.
— (1903), Die Mutationstheorie, Bd. II, Leipzig 1903.
— (1906), Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation, Berlin 1906.
WEISMANN, A. (1904), Vorträge über Descendenztheorie, 2. Aufl., Jena 1904.
WESENBERG-LUND, C. (1900), Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem specifischen Gewicht des Süßwassers. Biol. Centralbl., Bd. XX, 1900.

Sachregister.

(Zugleich Verzeichnis der Textfiguren.)

Inhaltsverzeichnis.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. 3459

Tafel LXXXVI.

Tafel LXXXVI.

Tripylea.

Fig. 600. Chromosomenbildung von *Auloceros* sp. (T.-St. 149). Kons.: Sublimat. (Vergl. S. 679.) Vergr. 1330.

„ 601. Teil des Phäodiums einer *Tuscaretta tubulosa* (T.-St. 230). Kons.: Chromosmiumessigsäure. Färbung: Hämatoxylin. *a* junge Phäodelle ohne Einschluß. *b*, *c* geschrumpfte Phäodellen mit Diatomeenresten. *d* zusammengesetzte Phäodelle. *e* Große, abgeblaßte Phäodelle mit Diatomeenschale. *f* Phäodelle mit Dictyochidenpanzer. *g* Cyste eines Eies von *Centropages*. (Vergl. S. 550.) Vergr. 930.

„ 602. Teil eines Phäodiums von *Aulacantha scolymantha typica* mit vier Centralkapseln (T.-St. 14). Kons.: wahrscheinlich Sublimat. Färbung: Hämatoxylin. Enthält frisch aufgenommene Diatomeensporen in verschiedenen Entwickelungsstadien. (Vergl. S. 548.) Vergr. 930. *a* große Phäodelle mit zwei Algensporen. *b Coscinodiscus*-Schale. *d* Mikrosporen einer Diatomee, in einen Schleimballen (? Phäodelle) eingeschlossen. *t* freie Mikrosporen. *i* ältere Mikrospore. *c*, *e*, *n*, *o* Entwickelung der feinkörnigen Form. *g*, *h* Entwickelung der grobkörnigen Form. *r* ? Richtungskörperbildung. *k* Kopulation. *q*, *s* erste Teilung. *l*, *m* heranwachsende Sporen mit „Kleinkern“. *p*, *f* Teilungsstadien.

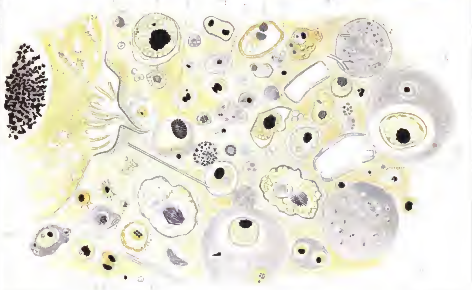
600



601



602.



Taf. LXXXVI Tripyleen.

600 Aulocerus sp. 601 Tuscarella tubulosa. 602 Aulacantha scolymantha typica.

Tafel LXXXVII.

Tafel LXXXVII.

Tripylea.

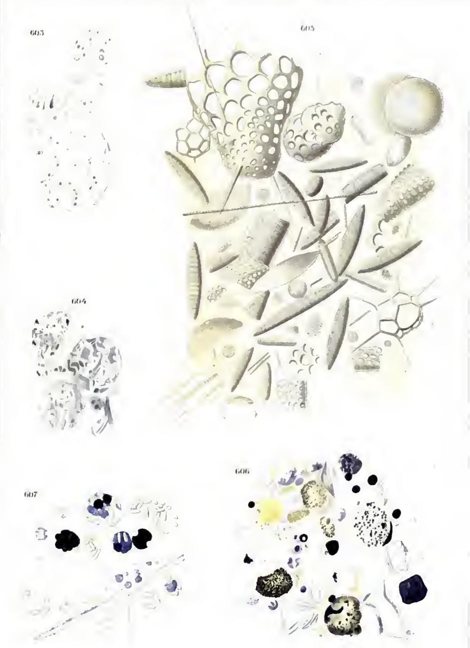
Fig. 603. Phäodellen von *Conchopsis* sp. (T.-St. 120, S. 1500—1000) mit eingeschlossenen Algenmikrosporen. Daneben eine spiralige Bildung unbekannter Herkunft. (Vergl. S. 551.) Vergr. 930.

„ 604. Phäodellen einer *Challengeria Naresi* (T.-St. 121, S. 2500—1900) mit eingeschlossenen Algenmikrosporen. (Vergl. S. 551.) Vergr. 930.

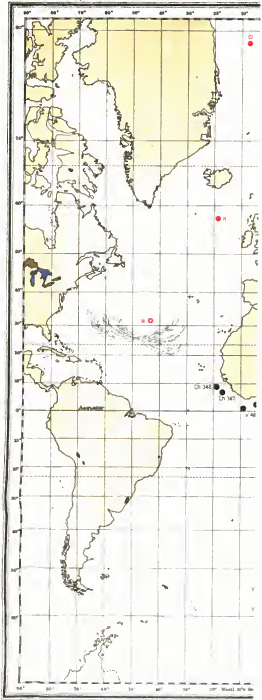
„ 605. Phäodiuminhalt einer *Aulographis tetrancistra* (T.-St. 149). *a* Cyrtellariengehäuse, ähnlich *Stichopilium*. *b* Radiolarienpanzer, ähnlich *Peromelissa*. *c Coscinodiscus*-Schalen. *d* Dictyochidenskelett. (Vergl. S. 546.) Vergr. 930.

„ 606. Phäodellen einer *Planktonetta* mit drei Centralkapseln (T.-St. 55). *a*, *b* blasse, diffus und körnig pigmentierte Phäodellen. *c* stark färbbare, schleimartige Phäodellen. *d*, *e* gefaltete und geschrumpfte Phäodellen. (Vergl. S. 545, 551.) Vergr. 930.

„ 607. Phäodellen einer *Nationaletta* (T.-St. 239), großenteils spindelförmige Stäbchen einschließend. Daneben eine langgestreckte Phäodelle, eine *Aulacantha*-Nadel umfassend. (Vergl. S. 546, 551.) Vergr. 930.



Taf. LXXXVII. Tripylea.
603. Conchopsis sp. 604. Challengeria Naresi. 605. Aulographis tetrancistra. 606. Planktonetta atlantica. 607. Nationaletta Valdiviae.



Verlag von Gustav Fischer in Jena

Verbreitung der Challengeriden (sko

● *Protocystis Sloggetti (Skelett)* ● *Protocystis Harstoni (Knospel)*